Aus dem

Tierhygienischen Institut Freiburg im Breisgau
Leiter: Ltd. Reg. Vet. Direktor Dr. H. Bölle

vorgelegt über das

Institut für Physiologie, Physiologische Chemie
und Ernährungsphysiologie der
Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Geschäftsführender Vorstand: Prof. Dr. H. Zucker

Serumharnstoffbestimmungen in Milchviehherden zur Beurteilung der Protein- und Energieversorgung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
BERND KLEIN
aus
Offenburg

München 1984

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41534927_0007

Aus dem

Tierhygienischen Institut Freiburg/Brsg.

Leiter: Ltd. Reg.Vet.Direktor Dr. H. Bölle

vorgelegt über das

Institut für Physiologie, Physiologische Chemie

und Ernährungsphysiologie der

Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Geschäftsführender Vorstand: Prof. Dr. H. Zucker

SERUMHARNSTOFFBESTIMMUNGEN IN MILCHVIEHHERDEN ZUR BEURTEILUNG DER PROTEIN - UND ENERGIEVERSORGUNG

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde

der Tierärztlichen Fakultät

der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

BERND KLEIN

aus

Offenburg

München 1984

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. W. Leidl

Referent: Prof. Dr. H. Zucker

Korreferent: Prof. Dr. M. Rüsse

Tag der Promotion: 27. Juli 1984

für

meine Frau, meine Kinder

und

meinen Vater

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Problemstellung	3
3.	Besprechung der Literatur	4
3.1.	Eiweißüberversorgung beim Rind	4
3.2.	Serum- bzw. Milchharnstoffgehalt als Indikator der Protein- und Energieversorgung	8
4.	Eigene Untersuchungen	13
4.1.	Material	13
4.2.	Methoden	15
4.2.1.	Harnstoffmessung mit Reflotest^{R} Urea	15
4.2.2.	Harnstoffmessung mit Urastrat^{R}	16
4.2.3.	Futtermittelanalyse und Rationsberechnung	20
4.3.	Ergebnisse	23
4.3.1.1.	Harnstoff und "relativer Rohproteinüberschuß"	23
4.3.1.2.	Harnstoff und "Rohproteingehalt der Trockenmasse"	24
4.3.1.3.	"Relativer Rohproteinüberschuß" und "Rohproteingehalt der Trockenmasse"	24
4.3.1.4.	Häufigkeitsverteilung der drei untersuchten Parameter	28
4.3.1.5.	Standardabweichungen der Serumharnstoffmittelwerte pro Betrieb	29
4.3.2.	Einfluß der Grundfütterung auf den Serumharnstoffgehalt, "relativen Rohproteinüberschuß" und den "Rohproteingehalt der Trockenmasse"	30
4.3.2.1.	Übersicht der Futtermitteluntersuchungen	30
4.3.2.2.	Abhängigkeit der drei untersuchten Parameter von der Art und Zusammensetzung des Grundfutters	32
4.3.3.	Einfluß der Jahreszeit	37

		Seite
4.3.4.	Einfluß von Laktationsstadium und Milchleistung	40
4.3.4.1.	Häufigkeitsverteilung der Laktationsstadien	40
4.3.4.2.	Einfluß des Laktationsstadiums unter Berücksichtigung des "relativen Rohproteinüberschusses"	41
4.3.4.3.	Einfluß des Laktationsstadiums am Beispiel von sechs Milchviehbetrieben	44
4.3.4.4.	Einfluß der Milchleistung am Beispiel von zwei Milchviehbetrieben	47
5.	Diskussion	49
6.	Zusammenfassung	58
7.	Literaturverzeichnis	63
	Anhang	69

1. Einleitung

Eine ausgeglichene und ausreichende Nährstoffversorgung ist in jedem Milchviehbetrieb die Grundvoraussetzung, um sowohl eine befriedigende Milchleistung, als auch ungestörte Fruchtbarkeit der Milchkühe zu gewährleisten. Dies gestaltet sich für den Landwirt jedoch oft sehr schwierig, da sich in die Versorgung seiner Tiere Mißverhältnisse einschleichen, die häufig schwer zu erkennen und zu verhindern sind. Abgesehen von klinisch erkennbaren Stoffwechselerkrankungen, führen diese Mißverhältnisse auch zu Störungen der Fruchtbarkeit, deren Ursachen dann nur schwer zu klären sind.

Eine der möglichen Fehlerquellen besteht in der unausgeglichenen Versorgung der Tiere mit Rohprotein und Energie. Auf Grund vieler, z.T. schwer einzuschätzender Einflüsse (Witterung, Düngung, Schnittzeitpunkt etc.) sind diese beiden Inhaltsstoffe weiten Schwankungen unterworfen. Damit wird die Bewertung eines Futtermittels, wie z. B. Silage, anhand von Tabellenwerten häufig fragwürdig bzw. unzuverlässig. Somit lassen sich auftretende Störungen der Fruchtbarkeit meist nicht zufriedenstellend durch Fütterungseinflüsse erklären oder verhindern.

In verschiedenen Arbeiten der letzten Jahre wird die Höhe des Harnstoffgehalts in der Milch als möglicher Parameter zur Bewertung der Nährstoffversorgung diskutiert (ERBERSDOBLER u. ZUCKER 1978, ECKART 1980, BOSTEDT 1982, BEUTLHAUSER 1982, ROEVER 1983). Nach diesen Untersuchungen lassen sich mittels der Harnstoffbestimmung Mißverhältnisse in der Rohprotein- und Energieversorgung feststellen.

In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, inwieweit sich unter Praxisbedingungen der Harnstoffgehalt im Blutserum zur Überprüfung der Versorgungslage von Milchkühen eignet, bzw. wie sich verschiedene Fütterungsverhältnisse auf die Höhe der Serumharnstoffgehaltes auswirken. Von besonderem Interesse ist dabei, welche Fütterungsparameter am engsten mit dem Harnstoffgehalt im Serum in Zusammenhang stehen, und ob sich jahreszeitliche Einflüsse feststellen lassen. Da auch das Laktationsstadium und die Milchleistung der Kühe den Harnstoffgehalt beeinflussen können, ist weiterhin von Bedeutung, inwieweit diese Faktoren bei einer Bestandsuntersuchung unter Praxisbedingungen zu berücksichtigen sind oder auch vernachlässigt werden können.

2. Problemstellung

Da die Beurteilung der Versorgungslage von Milchkühen sich oft als schwierig gestaltet, soll in dieser Arbeit untersucht werden, inwieweit der durchschnittliche Serumharnstoffgehalt von Milchkühen eine Aussage über die Proteinversorgung der Tiere zuläßt. Der häufige Wechsel von Grundfuttermitteln oder Weideflächen läßt eine Beurteilung der Versorgungslage auf der Basis von Rationsberechnungen oft aussichtslos erscheinen, so daß durch die Messung des Serumharnstoffgehaltes von Kühen eine bessere und schnellere Einschätzung von Mißverhältnissen der Protein- und Energieversorgung erfolgen könnte.

Dabei steht die Beurteilung der Fütterung einer Milchviehherde und nicht eines Einzeltieres im Vordergrund. Einflußfaktoren wie Alter, Laktationsstadium und Milchleistung sind in diesem Zusammenhang nicht auszuschließen. Der Einfluß des Laktationsstadiums und der Milchleistung soll in dieser Arbeit ebenfalls überprüft werden. Dabei steht die Frage im Vordergrund, inwieweit diese beiden Faktoren bei der Beurteilung der Versorgungslage einer Herde berücksichtigt werden müssen, bzw. inwieweit diese Einflußfaktoren nicht eher als Ausdruck von Fütterungseinflüssen anzusehen sind. Eine besondere Beachtung soll auch die Frage finden, welche Bedeutung dem Grundfutter im Zusammenhang mit Mißverhältnissen der Protein- und Energieversorgung zuzumessen ist.

3. Besprechung der Literatur

3.1. Eiweißüberversorgung beim Rind

Das Problem der Eiweißüberversorgung beim Rind wurde bereits von BRONSCH und DREPPER (1958) behandelt. Von den Verfassern wurde der Begriff der "Eiweißvergiftung" als Krankheitsbild beim Rind abgelehnt. In verschiedenen Arbeiten wurden die Folgen einer längerdauernden Eiweißüberfütterung beim Rind untersucht. In Versuchen an 18 "Eiweißkühen" konnte WITT (1956) bei 13 der Tiere, die zur Auswertung zur Verfügung standen, keine negativen Folgen auf die Leistung und Gesundheit der Tiere feststellen.

SCHILLING (1962) stellte bei einem Fütterungsversuch, bei dem Milchkühe über eine Zeit von 3 Jahren mit 900 g Rohprotein pro Tag überversorgt wurden, eine Vergrößerung der Niere um 23 % fest. Jedoch wurden weder pathologisch-anatomische Veränderungen an den Nieren noch klinische Erscheinungen bei den Versuchstieren festgestellt, sodaß die Größenzunahme der Niere als Arbeitshypertrophie interpretiert wurde. In gleicher Weise wurden von SCHILLING und RÖSTEL (1964) die Auswirkungen einer langandauernden Eiweißüberfütterung auf die Leber untersucht. Die dabei festgestellte Zunahme an Lebergewebe um 12,3 % ist nach Auffassung der Verfasser auf Zellneubildungen im Sinne einer Anpassung an die Eiweißüberversorgung zurückzuführen.

In Versuchen an Ratten konnten SCHARRER und ZUCKER (1967) beim Übergang von einer kohlenhydratreichen Kontrolldiät auf eine Hochproteindiät eine Verzehrsdepression feststellen, die sich jedoch nach einer Adaptationsphase verrin-

gerte. Als Ursache wurden von den Verfassern die hohe spezifisch-dynamische Wirksamkeit des Eiweißes und die Schmackhaftigkeit der Hochproteindiät ausgeschlossen. In weiteren Untersuchungen wurde ein Zusammenhang zwischen dem Gehalt an freien Aminosäuren im Plasma und dem Futterverzehr angenommen (SCHARRER et al., 1967). Desweiteren konnte eine Erhöhung der Aminosäurenresorptionsgeschwindigkeit durch Adaptation an eiweißreiche Ernährung bei Ratten festgestellt werden (SCHARRER und ZUCKER, 1967). Die Auswirkungen einer exzessiv hohen Proteinzufuhr untersuchten ZUCKER und STEGER (1975) an 6 Zwergziegen. Nach vierwöchiger Verabreichung einer Hochproteindiät konnten keine auffälligen Gewichtsunterschiede an Leber, Milz und Niere festgestellt werden. Die histologisch festgestellten Vergrößerungen an Leberzellen mit vereinzelter Karyolyse, sowie Nephrose und Glomerulonephritis betrafen sowohl die Hochproteindiät- als auch die Kontrollgruppe. Die Ursache wurde von den Verfassern in dem bei beiden Gruppen erniedrigten Rohfasergehalt des Futters gesehen. Obwohl Serumharnstoffwerte bis etwa 130 mg/100 ml nachgewiesen wurden, konnten bei den Versuchstieren keine auffallenden klinischen Erscheinungen beobachtet werden, sodaß auch für Wiederkäuer eine gute Adaptationsfähigkeit an hohe Proteingaben angenommen wurde.

Während man der Eiweißüberversorgung kein spezifisches Krankheitsbild zuordnete, wurde diese jedoch seit einigen Jahren von verschiedenen Verfassern als mögliche Sterilitätsursache angesehen. So wurden neben der Problematik der Mineral-, Spurenelement- und Vitaminversorgung in zahlreichen Arbeiten auch die Probleme der Protein- und Energieversorgung von Milchkühen behandelt (GARYBAY VILA , 1978; ÇOENEN, 1979; HELLER, 1983; BURCKHARDT, 1983; BERCHTOLD, 1983). Während dabei früher der Proteinmangel im Vorder-

grund stand, ist heute eher auf die Gefahr einer Rohproteinüberversorgung hinzuweisen. Nach WIESNER (1972) ist ein Eiweißmangel als negativer Einflußfaktor auf Gesundheit, Milchleistung und Fruchtbarkeit anzusehen. BROCHARDT et al. (1972) konnten sowohl bei Proteinmangel als auch bei Proteinüberschuß ein hochsignifikant schlechteres Erstbesamungsergebnis feststellen. Nach LOTTHAMMER (1973 a) führt ein Proteinüberschuß von 200 - 300 g pro Tier und Tag zu eitrigen Genitalkatarrhen, vergrößerten Ovarien mit derben Gelbkörpern und Brunstlosigkeit. Ähnliche Ergebnisse fanden auch WETTKE und JAHN (1971). LOTTHAMMER (1973 b) stellt bei Kühen mit hartnäckigen eitrigen Genitalkatarrhen erhöhte GOT-Werte im Serum fest, was als Ausdruck einer Leberbelastung aufgrund zu hoher Proteingabe angesehen wurde.

Neben der Proteinüberversorgung ist auch eine zu hohe Energiegabe, insbesondere während der Trockenstehzeit als problematisch zu betrachten. Verschiedene Puerperalstörungen können im Zusammenhang mit einer energetischen Überversorgung während der Trockenstehzeit angesehen werden. LOTTHAMMER (1979) fand bei Kühen mit einer Versorgung für Erhaltung + 18 kg Milch 70,8 % puerperale Endometritis sowie 25,6 % Gebärparese im Gegensatz zu Kühen, die nur für Erhaltung + 2 kg Milch versorgt wurden (26,9 % puerperale Endometritis, 6,3 % Gebärparese). SOMMER und KOWERTZ (1980) gaben ebenfalls Fütterungsfehler als Dispositionen für verschiedene Krankheitsbilder beim Rind an. So sind nach Auffassung der Verfasser u.a. Fruchtbarkeitsstörungen im Zusammenhang mit einem Eiweißüberschuß in der Futterration zu sehen. Außerdem wurde eine mangelnde Energieversorgung als prädisponierend für Gebärparese, Acetonämie und ebenfalls Fruchtbarkeitsstörungen angesehen. Da aufgrund der speziellen Wiederkäuerphysiologie die Proteinversorgung eng mit der Energieversorgung in Zusammenhang steht (KAUFMANN,

1977), müssen bei der Beurteilung der Versorgungslage von Kühen beide Inhaltsstoffe beachtet werden. Neben der Gefahr der Rohproteinüberversorgung wiesen LÜPPING und KAUFMANN (1980) und LOTTHAMMER (1982) auf die Schwierigkeiten der ausreichenden Energieversorgung, speziell zu Beginn der Laktation hin. So wird der Energieanteil der Futterration zum limitierenden Faktor der Proteinversorgung, da aus Kohlenhydraten stammende Kohlenstoffgerüste zur Proteinsynthese im Pansen benötigt werden.

Hinsichtlich der Bewertung von Futtermitteln empfiehlt ROHR (1981) die Anwendung der Größen "Rohprotein" und "MJ Netto-Energie-Laktation". Indem der Energiegehalt in Bezug zur Milchleistung gestellt wurde, sind die Möglichkeiten der energetischen Fehleinschätzung von Futtermitteln verringert worden. Unter praktischen Fütterungsbedingungen muß außerdem berücksichtigt werden, daß meist mehrere Fehler in der Versorgung der Kühe vorliegen. Damit erschwert sich die Zuordnung spezifischer wie auch unspezifischer Störungen der Fruchtbarkeit zu Fütterungsimbalanzen. BOSTEDT (1982) empfiehlt aus diesen Gründen eine ganze Reihe von Maßnahmen zur Sanierung fruchtbarkeitsgestörter Milchviehherden. Zur Beurteilung der Proteinversorgung wird von dem Verfasser die Messung des Serumharnstoffgehaltes von Milchkühen empfohlen.

3.2. Serum- bzw. Milchharnstoffgehalt als Indikator der Protein- und Energieversorgung

Die oft unterschiedliche Zusammensetzung der einzelnen Grundfuttermittel hinsichtlich des Protein- und Energiegehaltes erschwert die Beurteilung der Versorgungslage von Milchkühen. Zudem stößt die fortlaufende Untersuchung von Grundfuttermitteln auf deren Inhaltsstoffe auf wirtschaftliche Grenzen. So erscheint es sinnvoll und wünschenswert, durch die Bestimmung eines Blut- oder Milchparameters Aussagen über die Protein- und Energieversorgungslage bei Milchkühen machen zu können. Untersuchungen von ERBERSDOBLER und ZUCKER (1978) wiesen darauf hin, daß die festgestellten jahreszeitlichen Schwankungen des Harnstoffgehaltes in Magermilchpulvern im Zusammenhang mit der im Jahresverlauf unterschiedlichen Protein- und Energieversorgung der Milchkühe gesehen werden können. Eine deutliche Erhöhung des Harnstoff- und Proteingehaltes in Magermilchpulvern fanden die Verfasser während der Sommermonate. In weiteren Untersuchungen stellten ERBERSDOBLER und ZUCKER (1980) einen Zusammenhang zwischen dem Milchharnstoffgehalt von Kühen und deren Versorgungslage fest.

Ausführliche Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen dem Milchharnstoffgehalt und der Versorgungslage von Milchkühen wurden von ECKART (1980) durchgeführt. Dabei wurde von dem Verfasser für den Milchharnstoffgehalt ein Normalwert von 19 mg/100 ml angegeben. Nach ROSENBERGER (1977) ist ein Gehalt von 25 mg Harnstoff/100 ml Serum als Normalwert anzusehen. KAUFMANN (1982) nannte 15 - 20 mg Harnstoff/100 ml Serum bzw. Milch als Normalwert bei ausgeglichen versorgten Milchkühen. OLTNER und SJAUNJA (1982) stellten bei der Überprüfung einer spektrophotometrischen Harnstoffbestimmungsmethode bei 20 Milchkühen einen Durchschnittswert von 5,82 mmol/l Milch fest (etwa 35 mg/100 ml

Milch). Da über die Fütterungsverhältnisse keine Angaben gemacht wurden, ist nicht auszuschließen, daß bei einem Teil der Proben ein erhöhter Harnstoffgehalt vorlag. WOLFSCHOON-POMBO et al. (1982) fanden einen durchschnittlichen Gehalt an Harnstoff-N von 14,5 mg/100 ml Milch, was einem Harnstoffgehalt von 31 mg/100 ml Milch entspricht.

Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang, daß der Harnstoffgehalt der Milch dem des Serums gleichgesetzt werden kann. JOURNET et al. (1975) fanden eine enge Beziehung zwischen dem Blut- und Milchharnstoffgehalt (r = 0,82). Eine höhere Übereinstimmung wurde von ECKART (1980) und PIATKOWSKI (1981) festgestellt. Ersterer fand bei hoher Signifikanz eine Korrelation von r = 0,967 bzw. 0,987; PIATKOWSKI erzielte eine Korrelation von r = 0,92 bis 0,98.

Für die Interpretation von Milch- bzw. Serumharnstoffwerten ist außerdem von Bedeutung, inwieweit mit Schwankungen des Harnstoffgehaltes in den genannten Körperflüssigkeiten zu rechnen ist. PIATKOWSKI et al. (1972) stellten bei der Verfütterung harnstoffhaltiger Trockenschnitzel zwar einen Anstieg der NH_3 - Konzentration im Pansen fest gegenüber bei Verfütterung nicht harnstoffhaltiger Futtermittel, jedoch waren nur unwesentliche Schwankungen des Serumharnstoffgehaltes festgestellt worden. Bei der Verfütterung harnstoffhaltiger Futtermittel lag der Serumharnstoffgehalt innerhalb von 3 Stunden nach Futteraufnahme bei 25 - 30 mg/100 ml, ohne dabei größere Schwankungen aufzuweisen. Bei der Verfütterung von Futtermitteln ohne Harnstoffzusatz lag der Serumharnstoffgehalt bei 20 - 24 mg/100 ml. Ähnliche Ergebnisse fanden BOLDUAN et al. (1972). In Versuchen mit ^{14}C-markiertem Harnstoff,

der intravenös verabreicht wurde, wiesen BRUCKENTHAL et al. (1980) nach, daß der Harnstoffgehalt im Blut bereits ca. 3 - 4 Stunden nach der Injektion wieder im Normalbereich lag, sodaß eine hohe Ausscheidungskapazität angenommen werden konnte.

Von ROEVER (1983) wurden verschiedene Gemelksproben auf den Harnstoffgehalt untersucht, ohne daß dabei wesentliche Schwankungen festgestellt wurden. Ebenso sind die Unterschiede des Harnstoffgehaltes im Morgen- bzw. Abendgemelk nach Auffassung des Verfassers unter praktischen Bedingungen vernachlässigbar gering. OLTNER et al. (1983) fanden ebenfalls nur geringe Unterschiede im Harnstoffgehalt des Morgen- bzw. Abendgemelks.

Eine Beeinflussung des Serum- bzw. Milchharnstoffgehaltes von Kühen schien jedoch durch die Protein- und Energieversorgung gegeben zu sein. So fand ECKART (1980) eine signifikante Beziehung zwischen dem Milchharnstoffgehalt und dem "relativen Eiweißüberschuß". Der "relative Eiweißüberschuß" wurde dabei definiert als die Differenz aus dem Eiweißüberschuß und dem Energieüberschuß einer Futterration unter Berücksichtigung der Milchleistung. ECKART fand für die genannten Parameter eine hochsignifikante Korrelation von r = 0,61. Davon abweichende Ergebnisse erbrachten Untersuchungen von BEUTLHAUSER (1982). Während der Verfasser nur teilweise befriedigende Korrelationen zwischen dem Milchharnstoffgehalt und dem "relativen Eiweißüberschuß" fand, wurde eine höhere Korrelation zum absoluten Eiweißüberschuß festgestellt.

PARTSCHEFELD et al. (1982) konnten eine signifikante Erhöhung des Blut- bzw. Milchharnstoffgehaltes (von 3,00 bzw. 3,67 auf 4,90 bzw. 6,23 mmol/l) nachweisen, bei gleich-

zeitiger Erhöhung des Rohproteingehaltes der Ration von 14,3 auf 17,2 Prozent der Trockenmasse. Die Energieversorgung blieb dabei gleich. ROEVER (1983) stellte ebenfalls eine Erhöhung des Milchharnstoffgehaltes bei Erhöhung des Rohproteingehaltes der Trockenmasse fest. Außerdem wurde ein Einfluß der Laktationsnummer und dem Laktationsstadium angenommen. Von größerem Einfluß ist nach ROEVER (1983) jedoch der Faktor "Betrieb", worunter nach Auffassung des Verfassers in erster Linie die Fütterung zu verstehen ist. Neben der Laktationsnummer und dem Laktationsstadium konnten WOLFSCHOON-POMBO et al. (1981) noch die Rasse als Einflußfaktor auf den Milchharnstoffgehalt nachweisen. Nach KAUFMANN (1982) sind diese Einflußfaktoren jedoch als Ausdruck verschiedener Versorgungslagen zu verstehen. Nach Auffassung des Verfassers stellen sie keine Einflußgrößen im engeren Sinne dar. Daneben wird die Beachtung des Eiweißgehaltes der Milch, als Parameter der Energieversorgung empfohlen.

LOTTHAMMER (1983) konnte nach dem Einsatz von Maissilage als Teilersatz für Grassilage eine Erniedrigung des Serumharnstoffgehaltes bei Milchkühen nachweisen, was als Hinweis auf eine bessere energetische Versorgung gedeutet wurde. LEBEDA und PRIKRYLOVA (1978) konnten ebenfalls durch steigende Energiezufuhr einen depressiven Effekt auf den Serumharnstoffgehalt nachweisen. Außerdem gibt der Abfall des Milcheiweißgehaltes einen Hinweis auf eine mangelnde Energieversorgung (PAPST et al., 1981). OLTNER et al. (1983) setzten den Milchharnstoffgehalt in Bezug zu dem Quotienten aus Rohproteingehalt in g und Energiegehalt in MJ des Futters. Die Verfasser fanden mit r = 0,94 eine hohe Korrelation zwischen den genannten Parametern. Nach Auffassung der Verfasser ist die Bestimmung des Milchharnstoffgehaltes eine geeignete Methode zur Beurteilung der Versorgungslage einer Milchviehherde,

jedoch weniger zur Beurteilung der Versorgungslage eines Einzeltieres. Als Möglichkeit der Überwachung der Versorgungslage von Milchviehherden wird die Milchharnstoffbestimmung auch von FEDDERSEN (1984) als Routineuntersuchung empfohlen.

4. Eigene Untersuchungen

4.1. Material

Im Rahmen von Sterilitätsuntersuchungen wurden in 66 Milchviehbetrieben bei allen zur Bestimmung der Mineralstoffe entnommenen Blutproben auch Untersuchungen auf den Harnstoffgehalt im Serum durchgeführt. Insgesamt wurde von 1509 Tieren aus o.a. Beständen der Harnstoffgehalt im Serum bestimmt.

Die Betriebsgröße schwankt von 10 bis 157 Tieren, die durchschnittliche Kuhzahl pro Betrieb lag bei 30 Tieren. Um einen genauen Überblick über die Versorgungslage zu erhalten wurden von jedem Betrieb im allgemeinen alle laktierenden Kühe untersucht. Bei einigen größeren Betrieben wurde ausnahmsweise nur ein repräsentativer Anteil zur Untersuchung herangezogen. Im Durchschnitt wurde von 77 % der in einem Betrieb befindlichen Tiere der Serumharnstoffgehalt gemessen. Von den einzelnen Tieren wurden Name, Alter, Rasse und das letzte Abkalbedatum registriert.

Die Untersuchungen erstreckten sich auf die Zeit vom Dezember 1981 bis Februar 1984, wobei 22 Betriebe während der Sommer- und 42 Betriebe während der Winterfütterung zur Auswertung kamen. 2 Betriebe befanden sich während der Untersuchung in der Übergangsfütterung.

Das Untersuchungsgebiet umfaßt den Regierungsbezirk Freiburg, der sehr unterschiedliche Höhenverhältnisse aufweist. Dadurch finden sich hier sehr unterschiedliche Haltungs- und Fütterungsbedingungen. Während in der Oberrheinebene und in weiten Bereichen des Bodenseeraumes hauptsächlich Maissilage als Winterfuttergrundlage dient, kommt in höheren Lagen (ab ca. 600 m ü. NN) reines Grünlandfutter zum Einsatz. In mittleren Lagen sind überwie-

gend Betriebe mit kombinierter Gras/Maissilage - Fütterung vorzufinden. Während man bei überwiegender Maissilagefütterung kaum mit Rohproteinüberschüssen rechnen muß, besteht bei überwiegender Grünlandfütterung die Gefahr eines Überangebotes an Rohprotein. Darüberhinaus werden in höheren Lagen die Grundfuttermittel in einem frühen Vegetationsstadium geschnitten, um durch einen zusätzlichen Aufwuchs einen höheren Ertrag zu erhalten. Damit wird die Gefahr einer Rohproteinüberversorgung noch vergrößert.

Um den Einfluß des Laktationsstadiums auf den Serumharnstoffgehalt festzustellen wurden die Serumharnstoffwerte von 291 Einzeltieren in Abhängigkeit zum Laktationsstadium ausgewertet. Diese Tiere stammten aus 16 Betrieben. 6 Betriebe wurden zusätzlich einzeln auf den Zusammenhang zwischen Serumharnstoffgehalt und Laktationsstadium überprüft. Dabei kamen die Serumharnstoffwerte von 156 Tieren zur Auswertung. Der Einfluß der Milchleistung auf den Serumharnstoffgehalt wurde anhand zweier Milchviehbetriebe mit größerer Tierzahl (33 Tiere und 35 Tiere) dargestellt.

4.2. Methoden

4.2.1. Harnstoffbestimmung mit der Reflotest^{R} - Urea/ Reflomat^{R} - Methode

Die zur Untersuchung entnommenen Blutproben wurden über Nacht bei +4 bis +8°C gelagert und am nächsten Tag zur Serumgewinnung zentrifugiert. Wurde der Serumharnstoffgehalt nicht sofort bestimmt, so wurden die Proben bis zur Harnstoffmessung bei -18°C eingefroren. Da diese Serumproben zur Bestimmung des Mineralstoffgehaltes sowieso entnommen werden mußten, konnte auf eine Milchprobeentnahme verzichtet und der Harnstoffgehalt im Serum bestimmt werden. Dies ist vertretbar, da der Harnstoffgehalt des Serums dem der Milch weitgehend entspricht (ECKART 1980). Unter Praxisbedingungen empfiehlt sich jedoch eine Milchprobe als Untersuchungsmaterial, da diese einfacher entnommen werden kann.

Die Harnstoffbestimmung erfolgte mit der Reflotest^{R}-Urea Methode der Fa. Böhringer, Mannheim. Dazu werden 10 Mikroliter der zu untersuchenden Probe auf das Testfeld eines Teststreifen pipettiert. Nach 15 Sekunden wird der Streifen mit dem Testfeld nach unten auf ein Klebefeld aufgelegt. Die auf dem Testfeld aufgebrachte Urease baut den Harnstoff der Probe enzymatisch zu Ammoniumkarbonat ab, aus dem Ammoniak freigesetzt wird. Dieser diffundiert auf die pH-Indikatorschicht des Teststreifens und verursacht dort eine Blaufärbung, deren Farbintensität proportional der Harnstoffkonzentration der Probe ist (BEUTLHAUSER 1982). Quantitativ bestimmt wurde die Harnstoffkonzentration photometrisch mit dem Reflexionsphotometer Reflomat^{R} (Hersteller: Fa. Clinicon, Mannheim). Die Harnstoffkonzentration wurde in mmol/l Serum gemessen, bis auf wenige Ausnahmen, bei denen ein niedriger Serumharnstoffgehalt festzustellen war. In diesen Fällen wurde zur

Messung die Skala mit mg/100 ml Serum-Angabe benützt, da mit Hilfe dieser Skala bei niedrigen Harnstoffkonzentrationen ein genaueres Ablesen möglich ist.

Durch 10-fachmessung von 3 Serumproben wurde die Reflotest^{R} - Urea/Reflomat^{R} - Methode auf Reproduzierbarkeit getestet.

Tabelle 1

1. 5,6 5,6 5,7 5,4 6,0 5,5 5,5 5,5 5,6 5,7
   Standard-Abw.: 0,17 (= 3,0%)

2. 6,0 6,1 6,2 6,3 6,1 6,3 6,3 6,3 6,4 6,2
   Standard-Abw.: 0,12 (= 2,0%)

3. 6,9 6,7 7,0 6,8 7,1 7,1 7,0 7,1 7,0 7,3
   Standard-Abw.: 0,17 (= 2,4%)

Zusätzlich wurden 55 Doppelbestimmungen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigt Abbildung 1.

4.2.2. Harnstoffbestimmung mit der Urastrat^{R} - Methode

Da zu Beginn der Untersuchungen kein Reflomat zur Verfügung stand, wurden eine Reihe der Serumproben (ca. 30%) mit der Urastrat^{R} - Methode der Fa. Gödecke, Berlin untersucht. Das Prinzip dieser Methode sei kurz dargestellt: Urastrat ist ein Teststreifen zur quantitativen enzymatischen Bestimmung von Harnstoff im Serum. Der Teststreifen wird in ein Reagenzglas gestellt, das 0,2 ml Serum enthält. Aufgrund der Kapillarwirkung steigt das Serum im Teststreifen auf. In der Ureasezone wird der Harnstoff hydrolytisch gespalten, wobei Kohlendioxid und Ammoniak entstehen. Das

Ammoniak reagiert mit dem Phosphatpuffer der Urease-zone zu Ammoniumphosphat. In der darüberliegenden Kaliumcarbonatzone wird aus dem Ammoniumphosphat gasförmiges NH_3 (Ammoniak) freigesetzt, das über die Krylon - Plastikschranke, die ein weiteres Aufsteigen des Serums verhindert, in die Indikatorzone diffundiert. Dort reagiert Ammoniak mit der Weinsäure der Indikatorzone unter Bildung von Ammoniumtartrat, wodurch sich der pH-Wert erhöht und die gelbe Indikatorfarbe nach blau umschlägt. Die Höhe der verfärbten Indikatorzone steht in Beziehung zur Harnstoffkonzentration des Serums. Die Reaktionszeit dauert 30 Minuten. Danach muß die Reaktionsgrenze sofort markiert werden. Nachteil dieser Methode ist, daß üblicherweise nur in 0,9 mmol/l Serum-Abständen gemessen werden kann. Durch eine leichte Modifizierung und durch Markierung der Reaktionsgrenze mit einem Nadelstich, anstatt mit einem Bleistift, konnte die Genauigkeit etwas erhöht werden, indem die Meßabstände auf 0,3 mmol/l Serum reduziert werden konnten. Messungen unter 3,7 mmol/l Serum sind mit dieser Methode nicht möglich. Dadurch konnten anfangs einige Betriebe nicht ausgewertet werden. Da jedoch überwiegend Betriebe mit Rohproteinüberschüssen während dieser Zeit zur Auswertung kamen, beschränkte sich dies auf wenige Fälle.

Die modifizierte Methode wurde durch 10-fachmessung von 4 Serumproben überprüft:

Tabelle 2

1. 4,3 4,4 4,4 4,4 4,4 4,5 4,5 4,4 4,3 4,3
   Standard-Abw.: 0,1 (2,3%)

2. 4,5 4,5 4,6 4,7 4,6 4,5 4,8 4,7 4,5 4,8
   Standard-Abw.: 0,12 (2,6%)

3. 6,9 6,9 6,8 7,1 6,9 6,8 6,7 6,9 6,8 7,0
   Standard-Abw.: 0,11 (1,6%)

4. 6,8 6,9 6,8 6,0 6,8 6,5 6,9 6,9 6,6 6,9
   Standard-Abw.: 0,28 (4,2%)

Um die mit der Urastrat^{R} - Methode gemessenen Serumharnstoffwerte mit in die Untersuchung einbeziehen zu können, wurden beide Methoden anhand von 81 Serumpaaren miteinander verglichen. Die Ergebnisse zeigt Abbildung 2.

Die Umrechnung der Harnstoffwerte wurde nach folgenden Formeln vorgenommen:

(mg/dl) Harnstoff-N = (mg/dl) Harnstoff x 0,47
(mg/dl) Harnstoff = (mg/dl) Harnstoff-N x 2,14

(mmol/l) Harnstoff = (mg/dl) Harnstoff x 0,167
(mmol/l) Harnstoff-N = (mg/dl) Harnstoff-N x 0,356

Abbildung 1: Doppelbestimmung mit Reflotest Urea

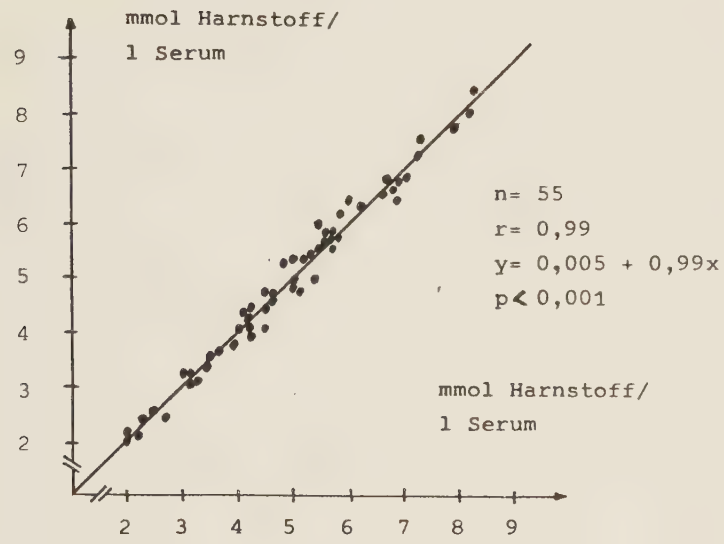
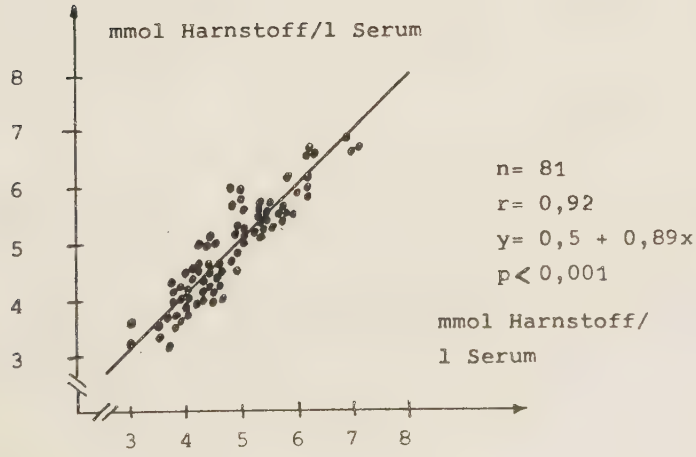


Abbildung 2: Methodenvergleich Reflotest Urea (y-Achse)
und Urastrat (x-Achse)



4.2.3. Futtermittelanalyse und Rationsberechnung

Von jedem untersuchten Betrieb wurde eine genaue Rationsanalyse durchgeführt. Dazu wurden die einzelnen Futtermittelanteile gewogen bzw. geschätzt. Üblicherweise wurden alle Grundfuttermittel zur Untersuchung an die Staatliche Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt Augustenberg gesandt. Die Bewertung der einzelnen Futtermittel bezüglich deren Gehaltes an Trockenmasse, Rohfaser, Rohprotein und Energie in MJ NEL erfolgte nach den für die Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten festgelegten Standardmethoden.

Bei einigen Grundfuttermitteln wurde auf eine Analyse verzichtet, da diese nur in geringer Menge (bis 2 kg TM) eingesetzt wurden. Außerdem mußte bei 9 Grünfutterproben auf eine Untersuchung verzichtet werden, da von den vorhandenen Futtermitteln nur noch geringe Mengen zur Verfügung standen, sodaß eine Untersuchung aus wirtschaftlichen Gründen unterbleiben mußte. Die nicht untersuchten Futtermittel wurden unter Berücksichtigung des Vegetationsstadiums nach DLG - Futterwerttabellen beurteilt. Ebenso wurde mit den Futtermitteln verfahren, die in der Regel konstante Zusammensetzungen aufweisen (Getreide, Rüben etc.). Bei Futtermischungen wurde das genaue Verhältnis der einzelnen Bestandteile bei der Berechnung berücksichtigt.

Eine Fehlerquelle hinsichtlich der Rationsauswertung bestand unter den praktischen Bedingungen in den Mengenangaben durch den Landwirt. Durch genaues Recherchieren und Abwiegen der einzelnen Grundfuttermengen konnte diese Fehlerquelle jedoch weitgehend eliminiert werden. Durch die Berechnung der aufgenommenen Gesamttrockenmasse

konnten noch nachträglich Korrekturen nach Rücksprache mit dem Landwirt durchgeführt werden. Einige Betriebe mit nur unzureichenden und unzuverlässigen Fütterungsangaben wurden nicht zur Auswertung herangezogen.

Da bei unserer Auswertung der Milchviehbetrieb als Ganzes im Vordergrund stand, wurde für jeden Betrieb eine durchschnittliche Futterration festgelegt. Es kann davon ausgegangen werden, daß von allen Tieren eines Bestandes im wesentlichen die gleichen Mengen an Grundfutter aufgenommen werden, und sich Unterschiede nur in der Menge des verabreichten Kraftfutters ergeben. Deshalb wurde für jeden Betrieb die durchschnittliche Menge des aufgenommenen Milchleistungsfutters ermittelt. Die Grundfutterration und die aufgenommene durchschnittliche Kraftfuttermenge wurden als durchschnittliche Futterration definiert.

Beispiel einer Rationsberechnung:

	TM in g	RP in g	MJ NEL
Grassilage 25 kg	7325	800	37,5
Maissilage 13 kg	3497	234	22,23
Heu I 1 kg	860	96	4,07
Heu II 1 kg	860	119	4,22
Milchleistungsfutter 16/III ø 4 kg	3600	640	27,2
Summe	16142	1889	95,22

Anhand der Rationsberechnung konnten der durchschnittliche relative Rohproteinüberschuß und der durchschnittliche Rohproteingehalt in Prozent der Trockenmasse errechnet werden. Der relative Rohproteinüberschuß errech-

net sich aus dem Rohproteinüberschuß minus dem Energieüberschuß entsprechend kg FCM. Bei dieser Rechengröße ist wohl der Energieanteil der Futterration berücksichtigt, jedoch gibt diese Größe keine Auskunft über die Gesamtversorgung. So kann ein relativer Rohproteinüberschuß von z.B. 3 kg FCM sowohl bei einer Milchleistung von 28 kg FCM als auch 20 kg FCM vorliegen. Bei der Berechnung wurde für die Erzeugung von 1 kg FCM ein Bedarf von 85 g Rohprotein und 3,17 MJ angenommen.

4.3. Ergebnisse

4.3.1.1. Durchschnittlicher Serumharnstoffgehalt pro Betrieb und relativer Rohproteinüberschuß

Für die Untersuchung der Abhängigkeit zwischen dem durchschnittlichen Serumharnstoffgehalt pro Betrieb und dem relativen Rohproteinüberschuß wurde aus den gemessenen Serumharnstoff - Einzelwerten für jeden Betrieb der Mittelwert errechnet. In den Abbildungen 3, 4, 11, 12 und 14 stellt jeder eingezeichnete Wert den Mittelwert des Serumharnstoffgehaltes pro Betrieb dar. In die statistische Auswertung wurden in diesem Fall alle Betriebe mit negativem Rohproteinüberschuß nicht mit einbezogen. Da für die Betriebe mit negativem Rohproteinüberschuß kein Proteinmangel nachzuweisen war, konnte auch nicht mit einer linearen Beziehung zwischen dem Serumharnstoffgehalt und dem relativen Rohproteinüberschuß gerechnet werden.

Statistische Auswertung:

Durchschnittlicher Serumharnstoffgehalt pro Betrieb und relativer Rohproteinüberschuß

$$n = 55$$
$$r = 0{,}82$$
$$y = 2{,}2 + 0{,}59\ x$$
$$p < 0{,}001$$

4.3.1.2. Durchschnittlicher Serumharnstoffgehalt pro Betrieb und Rohproteingehalt der Trockenmasse in Prozent

Statistische Auswertung:

$$n = 66$$
$$r = 0,61$$
$$y = - 3,5 + 0,53 x$$
$$p < 0,001$$

4.3.1.3. Relativer Rohproteinüberschuß und Rohproteingehalt der Trockenmasse in Prozent

Statistische Auswertung:

$$n = 66$$
$$r = 0,83$$
$$y = - 15,6 + 1,3 x$$
$$p < 0,001$$

4.3.1.4. Häufigkeitsverteilung der Parameter Serumharnstoffgehalt, relativer Rohproteinüberschuß und Rohproteingehalt der Trockenmasse

Die Abbildungen 7 - 8 zeigen die Häufigkeitsverteilung der 3 untersuchten Parameter von den 66 untersuchten Betrieben. Dabei ist eine gleichmäßige Verteilung der drei Parameter festzustellen. Von den Serumharnstoffwerten liegen 59 % im Bereich von 3,5 - 6 mmol/l Serum. Ähnlich verteilt sind die Werte der beiden anderen Parameter relativer Rohproteinüberschuß und Rohproteingehalt der Trockenmasse. So liegen 63 % der Werte des relativen Rohproteinüberschusses zwischen 3,0 und 6,0 kg FCM und 55 % der Werte des Rohproteingehaltes der Trockenmasse im Bereich von 14,0 - 16,0 % Rohprotein in der Trockenmasse.

Abbildung 3: Beziehung zwischen dem durchschnittlichen Serumharnstoffgehalt pro Betrieb und dem durchschnittlichen relativen Rohprotein-überschuß (RPÜ) pro Betrieb

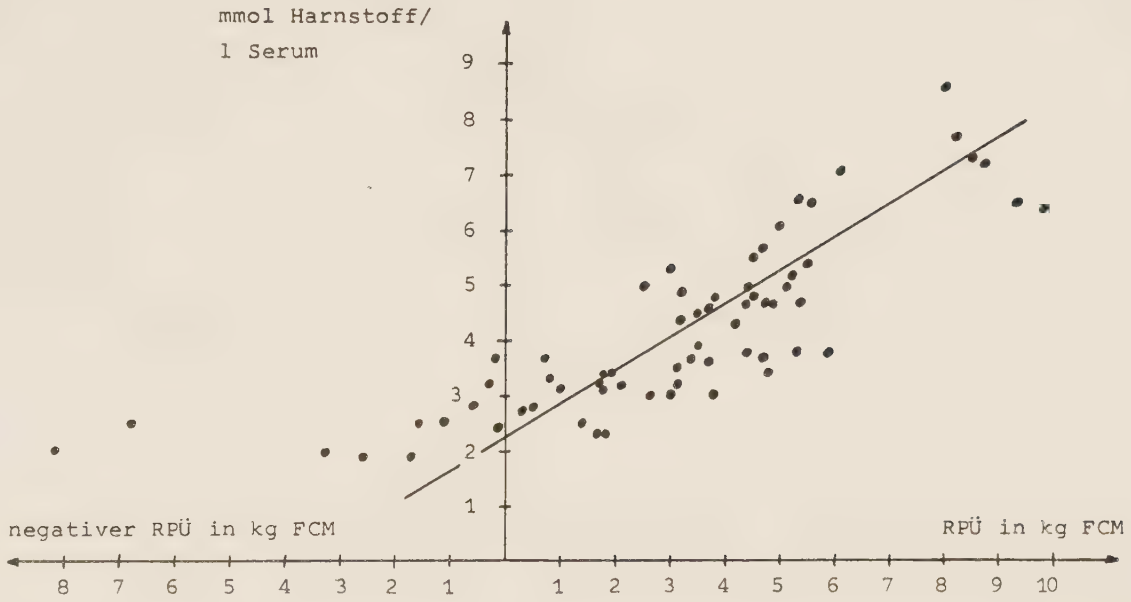


Abbildung 4: Beziehung zwischen dem durchschnittlichen Serumharnstoffgehalt pro Betrieb und dem Rohproteingehalt der Ration in Prozent der Trockenmasse

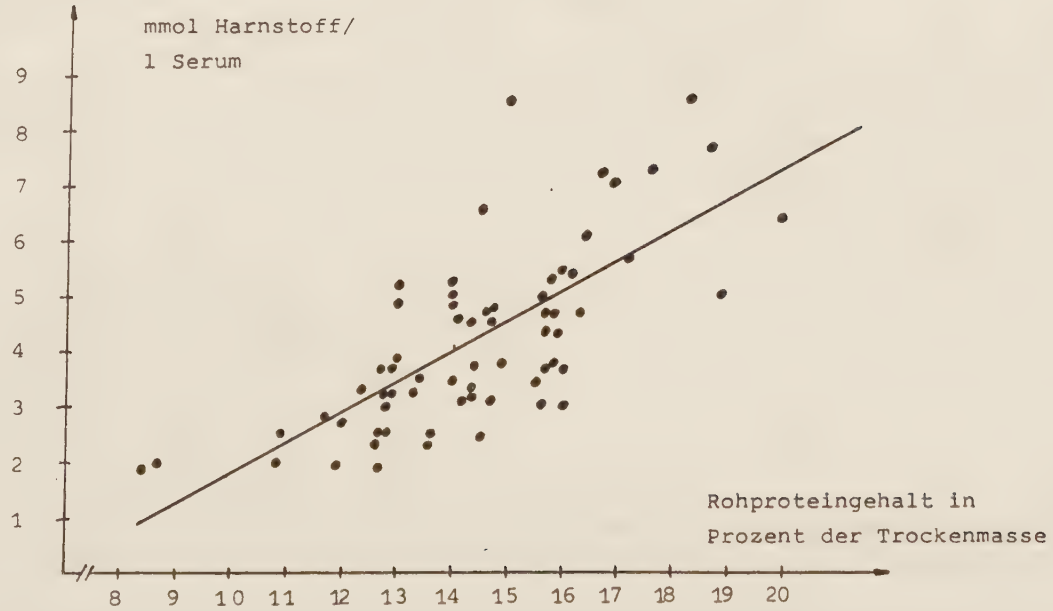
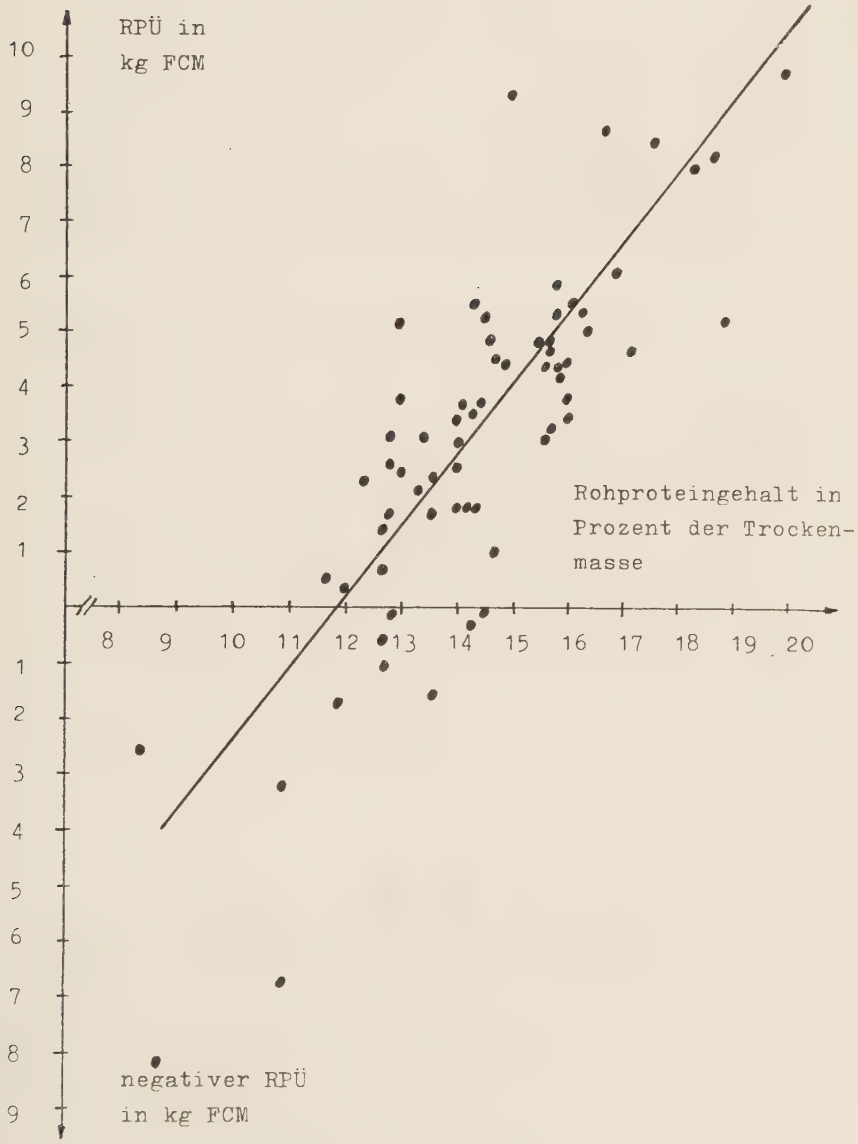
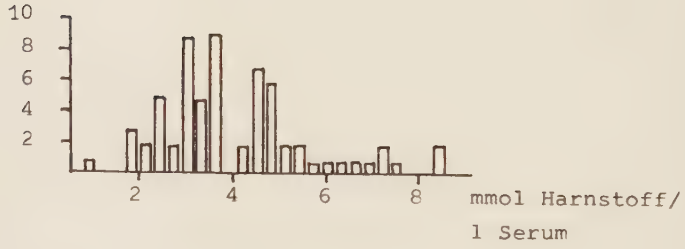
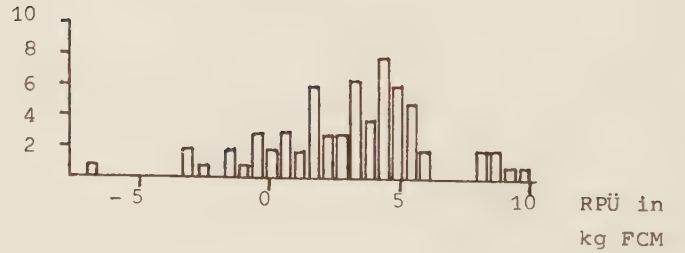


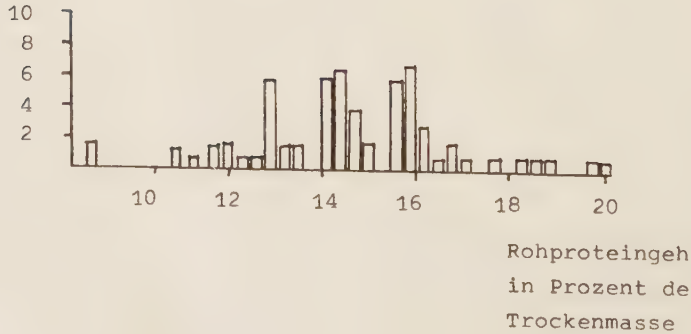
Abbildung 5: Beziehung zwischen dem durchschnittlichen Rohproteinüberschuß pro Betrieb und dem Rohproteingehalt in Prozent der Trockenmasse pro Betrieb



Abbildungen 6 - 8: Häufigkeitsverteilung der Parameter Serumharnstoffgehalt, relativer Rohproteinüberschuß und Rohproteingehalt der Trockenmasse (Mittelwerte aus 66 Betrieben).







4.3.1.5. Standardabweichungen der Mittelwerte des Harnstoffgehaltes im Serum pro Betrieb

Der Mittelwert des Harnstoffgehaltes pro Betrieb läßt allein keine Aussage über die Verteilung der Einzelwerte zu. Zur Beurteilung eines Betriebes ist jedoch von großem Interesse, ob sich der Mittelwert aus stark differierenden oder eng zusammenliegenden Einzelwerten zusammensetzt. Deshalb wurden bei der Untersuchung ebenfalls die einzelnen Standardabweichungen der "Betriebsmittelwerte" verglichen.

Bei der Auswertung der Standardabweichung in mmol Harnstoff/l Serum ist nur ein geringer Anstieg der einzelnen Standardabweichungen der Mittelwerte des Serumharnstoffgehaltes festzustellen. Bei der Auswertung Standardabweichung in Prozent verringert sich diese sogar mit zunehmender Höhe des durchschnittlichen Serumharnstoffgehaltes pro Betrieb.

Aus diesen Ergebnissen läßt sich schließen, daß bei Rohproteinüberschüssen in einem Bestand im wesentlichen alle Tiere von einer Erhöhung des Harnstoffgehaltes im Serum betroffen sind, sodaß die Beurteilung eines Bestandes anhand des Mittelwertes eines Betriebes zulässig erscheint.

Abbildung 9 und 10: Übersicht über die Standardabweichungen der durchschnittlichen Serumharnstoffwerte pro Betrieb.

In Abbildung 9 ist die Standardabweichung in mmol Harnstoff/l Serum angegeben, in Abbildung 10 in Prozent des Mittelwertes pro Betrieb.

Abb. 9

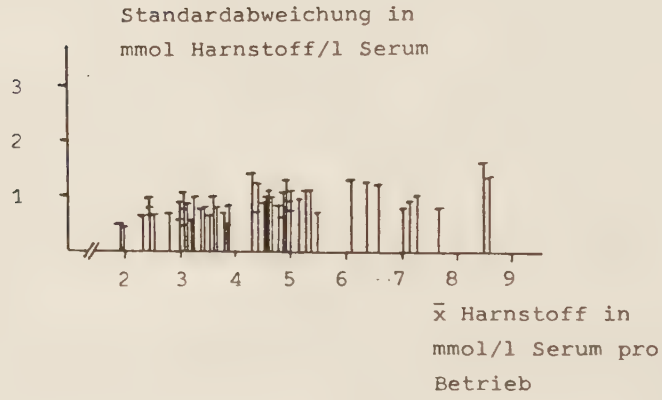
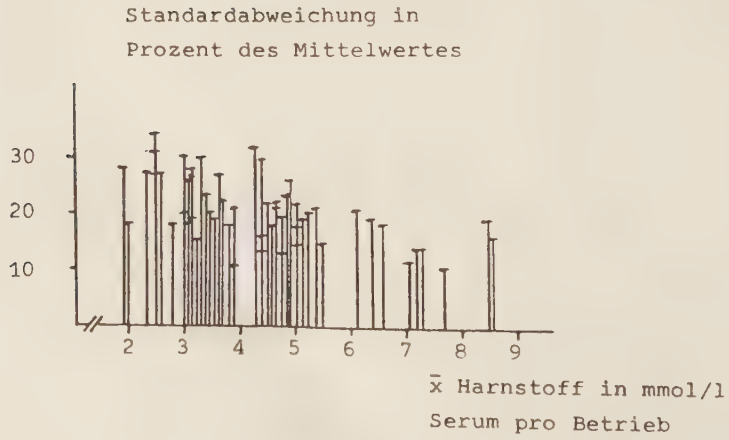


Abb. 10



4.3.2. Einfluß der Grundfutterzusammensetzung auf den Serumharnstoffgehalt, relativen Rohproteinüberschuß und den Rohproteingehalt in der Trockenmasse

4.3.2.1. Übersicht der Futtermitteluntersuchungen

Insgesamt wurden während des Untersuchungszeitraumes 12 Grünfutter-, 31 Grassilage-, 39 Heu I -, 21 Heu II - und 34 Maissilage - Proben auf ihre Inhaltsstoffe untersucht. Eine Übersicht über die einzelnen Untersuchungsergebnisse findet sich im Anhang. Bei der zusammenfassenden Auswertung der Proben nach Art des Futtermittels wurde die Milchleistungsdifferenz pro kg Futtermittel (Trockenmasse) errechnet. (Tabelle III)

Die Milchleistungsdifferenz pro kg Futtermittel errechnet sich auf folgende Art:
Energiegehalt pro kg Futtermittel (Trockenmasse) in kg FCM minus Rohproteingehalt pro kg Futtermittel (Trockenmasse) in kg FCM ergibt die Milchleistungsdifferenz pro kg Futtermittel (Trockenmasse) in kg FCM. Das heißt, eine negative Milchleistungsdifferenz (MLD) zeigt einen Rohproteinüberschuß des betreffenden Futtermittels in kg FCM an.Bei der Auswertung der Futtermittel ließ sich feststellen, daß bei Weide bzw. Grünfutter die größte negative MLD, d.h. der höchste Rohproteinüberschuß vorlag. Demgegenüber war bei Maissilage ausschließlich eine positive MLD vorhanden. Die Min./Max.-Werte zeigen außerdem an, daß mit weiten Schwankungen bei den einzelnen Futtermitteln im Rohprotein- und Energiegehalt zu rechnen ist. Diese Befunde weisen darauf hin, daß die Art und Zusammensetzung des Grundfutters einen bedeutenden Einfluß auf die Höhe des durchschnittlichen Serumharnstoffgehaltes besitzen.

Tabelle III: Übersicht über die Ergebnisse der Futtermitteluntersuchungen

	n	$\bar{x}$ RP in g/kg	$\bar{x}$ Energie in MJ NEL/kg	$\bar{x}$ MLD/kg
Grünfutter Weide	12	163 (112 - 260)	5,42 (4,7 - 6,99)	- 0,21 (-0,85 - +0,46)
Grassilage	31	144,5 (100 - 196)	5,18 (4,15 - 6,34)	- 0,04 (-0,59 - +0,37)
Heu I	39	109 (57 - 152)	4,76 (3,87 - 5,73)	0,22 (-0,11 - +0,73)
Heu II	21	124 (88 - 147)	4,90 (3,91 - 5,92)	0,1 (-0,34 - +0,46)
Maissilage	34	89,6 (76 - 118)	6,37 (5,92 - 6,58)	0,95 (0,62 - +1,15)

4.3.2.2. Abhängigkeit der Parameter Serumharnstoff, relativer Rohproteinüberschuß, Rohproteingehalt in der Trockenmasse von der Art und Zusammensetzung des Grundfutters

In dem untersuchten Gebiet ist im wesentlichen mit vier Formen der Grundfutterzusammenstellung zu rechnen. Um den Einfluß der Grundfütterung auf die o.g. Parameter zu untersuchen, wurden die einzelnen Betriebe vier Grundfuttermodellen zugeordnet. Zwei der untersuchten Betriebe befanden sich in einer Übergangsfütterung auf der Grundlage von Raps. Zur Vollständigkeit sind diese Betriebe mit aufgeführt.

Einteilung nach Art und Zusammensetzung des Grundfutters:

Typ I n = 22
Weide/Grünfütterung = mit geringen Anteilen an Gras- o. Maissilage u./o. Heu I/II

Typ II n = 10
Grünlandfütterung = Grassilage und Heu I/II, u.U. mit geringem Anteil an Maissilage

Typ III n = 25
Gras-/Maissilage-fütterung = gleiche Anteile Gras- und Maissilage u.U. geringe Heu I/II - Gabe

Typ IV n = 6
Maissilage-fütterung = außer Maissilage als Grundfutter u.U. geringe Grassilage- u./o. Heu I/II - Gabe

Drei der 66 untersuchten Betriebe konnten keiner der angegebenen Fütterungssysteme zugeordnet werden. Deshalb wurde auf eine Auswertung dieser Betriebe verzichtet. Bei zwei dieser Betriebe wurde Raps als Grundfutter eingesetzt. In den Abbildungen 11 und 12 sind diese zwei Betriebe mit eingezeichnet. Die rechnerische Auswertung ist in Tabelle IV angegeben.

Tabelle IV: Abhängigkeit der Parameter Serumharnstoffgehalt, relativer Rohproteinüberschuß und Rohproteingehalt in der Trockenmasse unter Berücksichtigung von Art und Zusammensetzung des Grundfutters.

	$\bar{x}$ Harnstoff in mmol/l Serum	$\bar{x}$ RPÜ in kg FCM	$\bar{x}$ Rohprotein in % d. TM
Typ I n = 22	5,6	5,5	16,1
Weide-/Grünfütterung	(3,0 - 8,6)	(2,6 - 9,8)	(12,8 - 20,0)
Typ II n = 10	4,2	3,7	14,2
Grassilage/Heu	(2,3 - 7,2)	(1,7 - 8,7)	(12,0 - 16,7)
Typ III n = 25	3,6	2,0	13,9
Gras-/Maissilage	(2,3 - 4,9)	(-1,6 - 5,4)	(12,3 - 16,3)
Typ IV n = 6	2,3	- 3,4	11,1
Maissilage	(1,9 - 2,8)	(-8,2 - 0,5)	(8,7 - 12,7)

Abbildung 11: Beziehung zwischen dem durchschnittlichen Serumharnstoffgehalt und dem relativen Rohproteinüberschuß unter Berücksichtigung der Art und Zusammensetzung des Grundfutters

1. Weide/Grünfutter ▲
2. Grassilage/Heu ×
3. Gras-/Maissilage ●
4. Maissilage ○
5. Raps △

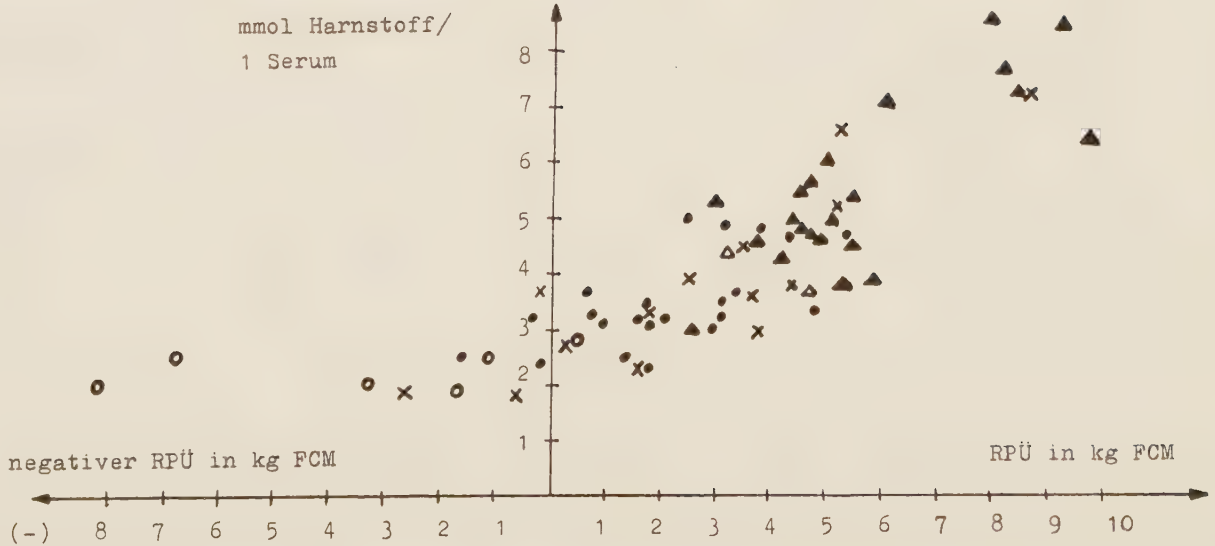
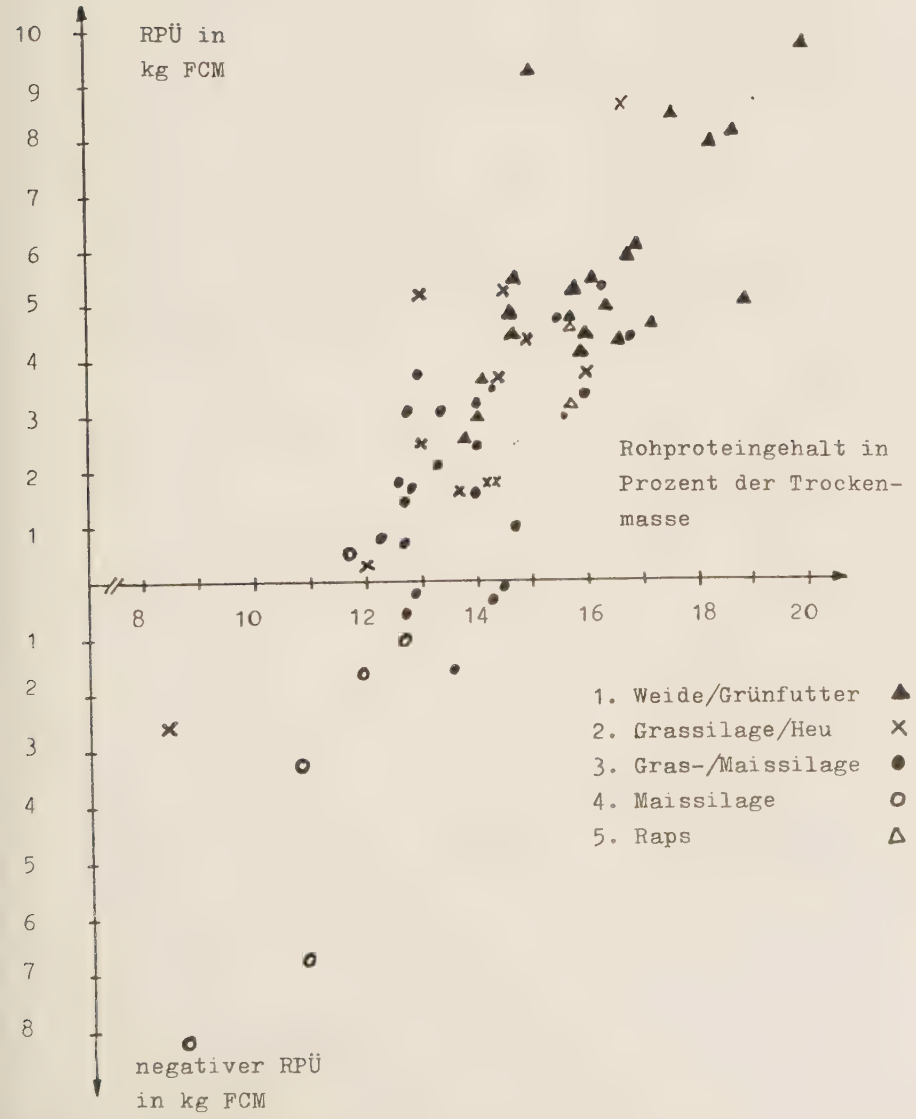


Abbildung 12: Beziehung zwischen dem relativen Rohproteinüberschuß pro Betrieb und dem Rohproteingehalt der Trockenmasse pro Betrieb, unter Berücksichtigung von Art und Zusammensetzung des Grundfutters



4.3.3. Einfluß der Jahreszeit auf die Parameter Serumharnstoffgehalt, relativer Rohproteinüberschuß, Rohproteingehalt in der Trockenmasse

Die höchsten Rohproteingehalte in Futterrationen sind vor allem während der Weidesaison bzw. Grünfütterung zu erwarten, sodaß während dieser Phase auch die höchsten Harnstoffwerte im Serum erwartet werden können. Zur Untersuchung dieser Verhältnisse wurden die durchschnittlichen Harnstoffwerte / Betrieb gegen die Zeitdauer eines Jahres zeichnerisch dargestellt. Die Weide- bzw. Grünfuttersaison dauert in dem untersuchten Gebiet von ca. Mitte Mai bis Ende November, wobei diese Angaben je nach Höhenlage etwas differieren können. Zur genauen Übersicht sind die Betriebe mit Sommerfütterung zum Zeitpunkt der Untersuchung mit einem Punkt, und die Betriebe mit Winterfütterung mit einem Kreuz gekennzeichnet.

Eine Übersicht über die Durchschnittswerte gibt

Tabelle V

	Sommer n = 22	Winter n = 42
$\bar{x}$ Harnstoff in mmol/l Serum	5,6 (3,0 - 8,6)	3,5 (1,9 - 7,2)
$\bar{x}$ RPÜ in kg FCM	5,5 (2,6 - 9,8)	1,5 (-8,2 - 8,7)
$\bar{x}$ Rohprotein in % der TM	16,1 (12,8 - 20,0)	13,5 (8,4 - 16,3)

Abbildungen 13 - 15: Jahreszeitliche Abhängigkeit der drei Parameter relativer Rohproteinüberschuß, Serumharnstoffgehalt und Rohproteingehalt der Trockenmasse von 66 untersuchten Milchviehbetrieben.

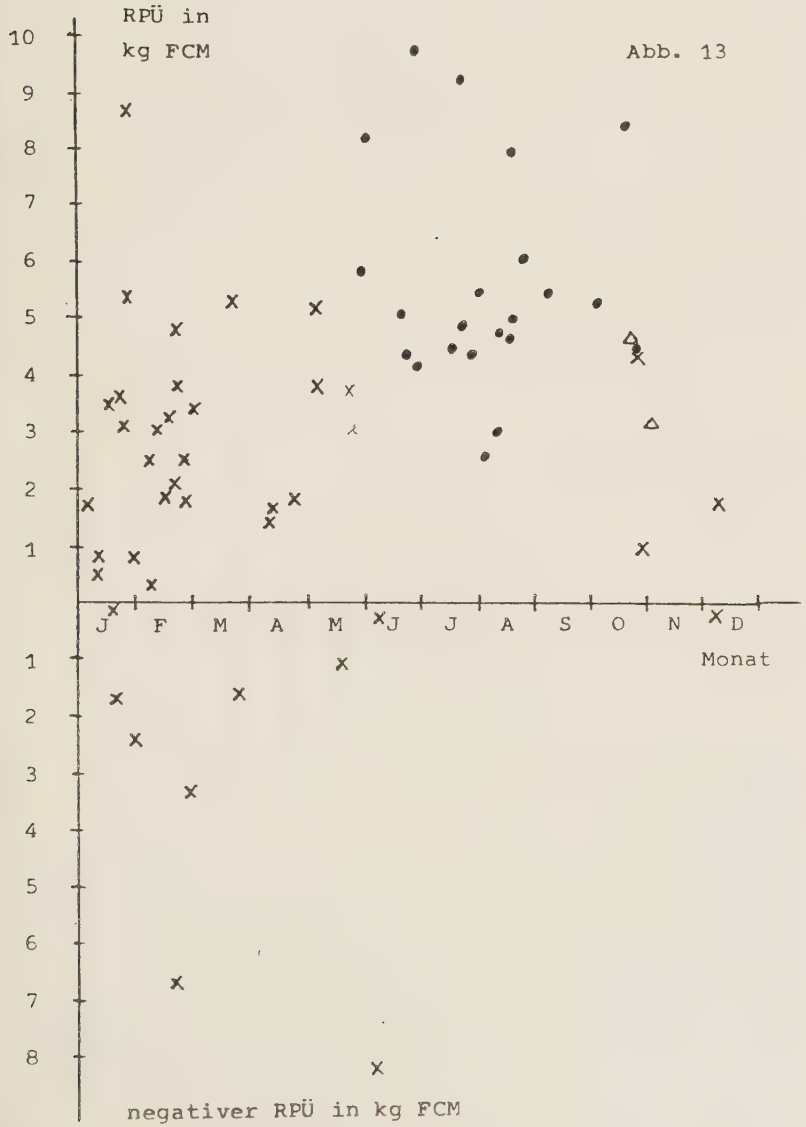
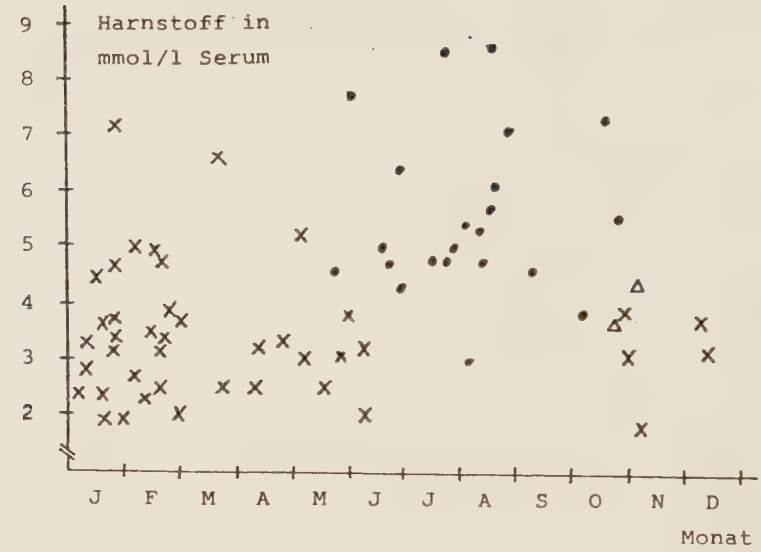


Abb. 14


Harnstoff in
mmol/l Serum
9
8
7
6
5
4
3
2
J F M A M J J A S O N D
Monat

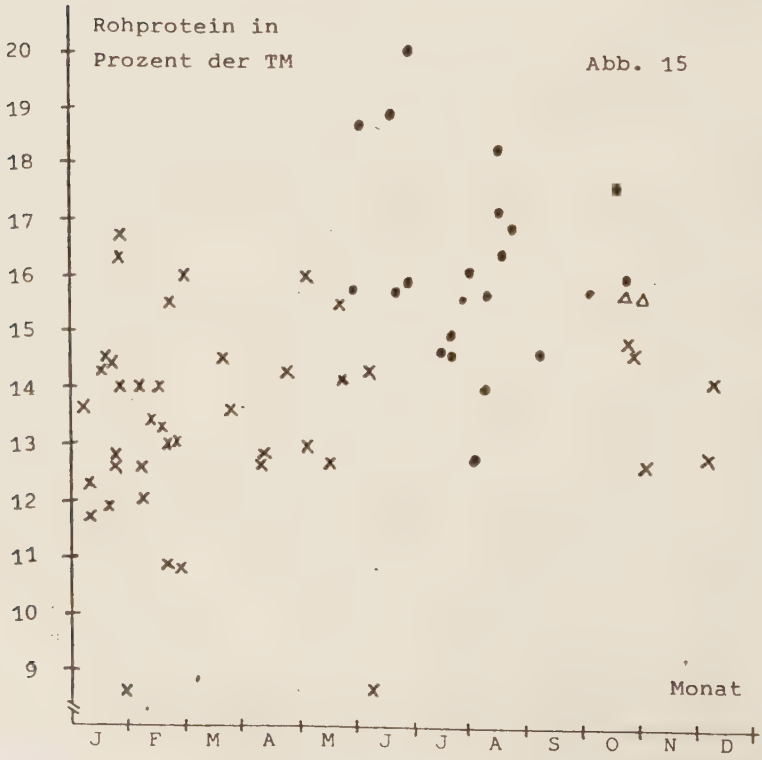

Rohprotein in
Prozent der TM
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
J F M A M J J A S O N D
Monat

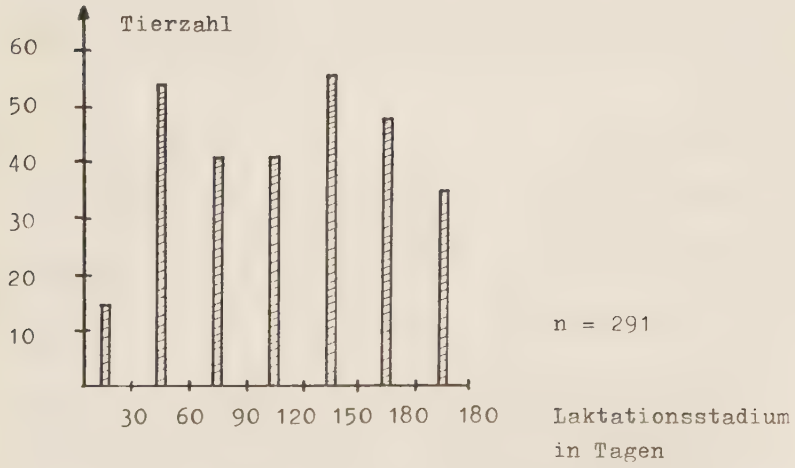
Abb. 15

4.3.4. Einfluß des Laktationsstadiums auf den Serumharnstoffgehalt von Einzeltieren

4.3.4.1. Häufigkeitsverteilung der Laktationsstadien

Um einen Überblick über die auftretenden Laktationsstadien zu erhalten, wurde von 291 zur Auswertung herangezogenen Milchkühen eine Häufigkeitsverteilung der einzelnen Laktationsstadien erstellt.

Abb. 16



Eine gleichmäßige Verteilung finden wir für alle Tiere ab dem 30sten Laktationstag. Auffallend ist jedoch, daß die Gruppe der Kühe, die den 30sten Laktationstag noch nicht erreicht haben unterrepräsentiert ist. Der Grund ist sicher darin zu sehen, daß alle untersuchten Betriebe im Zusammenhang mit Fruchtbarkeitsstörungen aufgesucht wurden.

Da auftretende Fruchtbarkeitsstörungen sich erst längere Zeit nach der Abkalbung zeigen, ist einleuchtend, daß in fruchtbarkeitsgestörten Betrieben nur wenige Kühe in einem frühen Laktationsstadium erwartet werden können.

4.3.4.2. Abhängigkeit des Serumharnstoffgehaltes vom Laktationsstadium bei 291 Milchkühen unter Berücksichtigung der Proteinversorgung

Um den Einfluß des Laktationsstadiums festzustellen, wurden von 291 Tieren die Serumharnstoffwerte im Vergleich zum Laktationsstadium des Einzeltieres dargestellt. Dazu mußte jedoch der RPÜ bei der Auswertung berücksichtigt werden, damit eine Vergleichbarkeit überhaupt möglich wurde. Deshalb wurden die Tiere in drei Gruppen nach der Höhe des ermittelten RPÜ eingeteilt:

Tabelle VI

Gruppe 1:	68 Tiere	RPÜ von	0	bis	2,4 kg FCM
Gruppe 2:	94 Tiere	RPÜ von	2,5	bis	3,9 kg FCM
Gruppe 3:	129 Tiere	RPÜ von	4,0	bis	6,0 kg FCM

Die graphische Darstellung, Abbildungen 17 - 19, gibt keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen dem Serumharnstoffgehalt und dem Laktationsstadium der einzelnen Tiere. Deshalb wurde auf eine statistische Auswertung verzichtet. Bei dieser Methode muß jedoch berücksichtigt werden, daß der einzelne Betrieb nicht getrennt erfaßt wurde. Deshalb wurden sechs Milchviehbestände zusätzlich getrennt ausgewertet (Abbildungen 20 - 25).

Abbildungen 17 - 19: Beziehung zwischen dem Serumharnstoffgehalt von Einzeltieren und dem Laktationsstadium unter Berücksichtigung des relativen Rohproteinüberschusses (Gruppe I-III).

Harnstoff in mmol/l Serum

Abb.17: Gruppe I
n= 68
RPÜ: 0 - 2,4 kg FCM

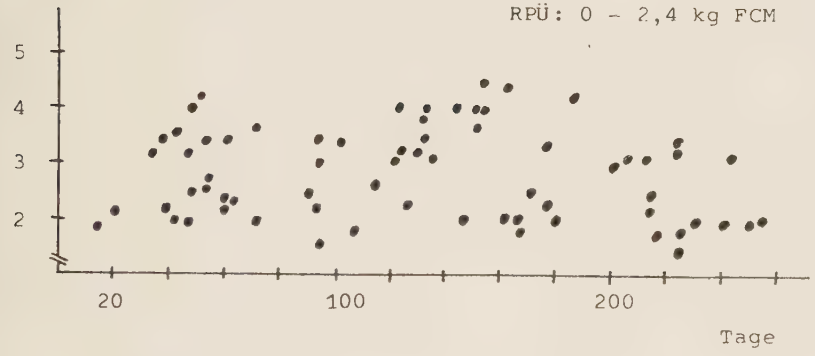


Abb.18: Gruppe II
n= 94
RPÜ: 2,5 - 3,9 kg FCM

Harnstoff in mmol/l Serum

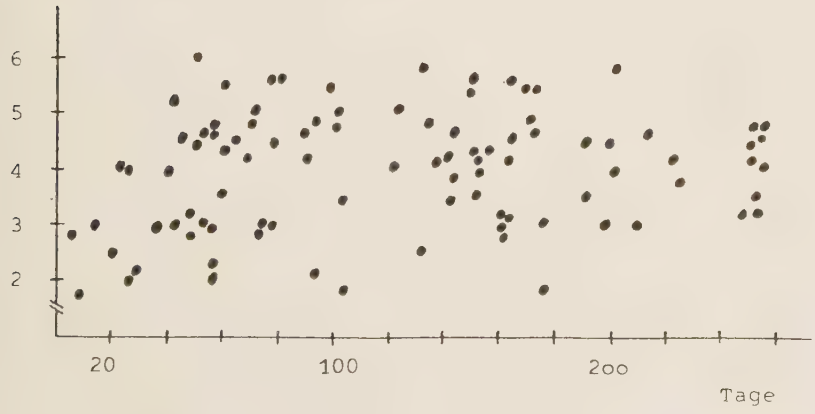
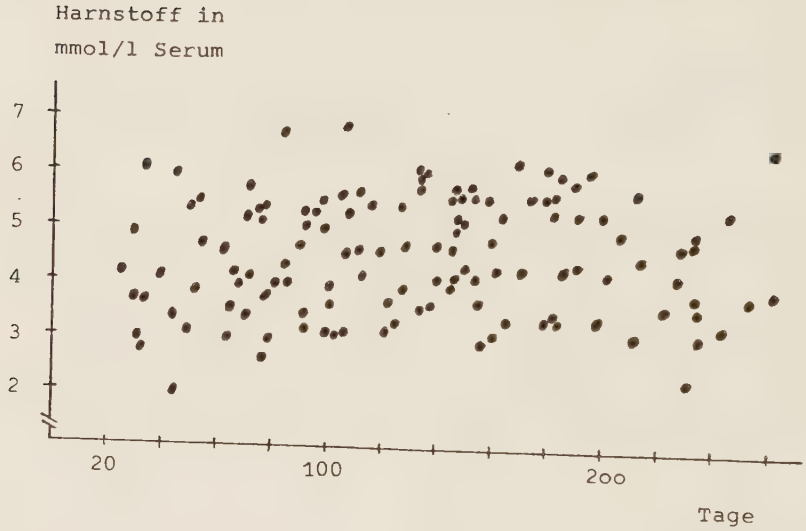


Abb.19: Gruppe III
n= 129
RPÜ: 4,0 - 6,0 kg FCM



4.3.4.3. Einfluß des Laktationsstadiums auf den Serumharnstoffgehalt am Beispiel von sechs Milchviehbetrieben

Statistische Auswertung:

Betrieb Nr. 19 (Abb. 20)

$n = 22$
$r = 0,27$
$y = 4,56 + 0,003\ x$
$p > 0,05$

Betrieb Nr. 22 (Abb. 21)

$n = 22$
$r = 0,17$
$y = 3,25 + 0,002\ x$
$p > 0,05$

Betrieb Nr. 42 (Abb. 22)

$n = 20$
$r = 0,42$
$y = 2,53 + 0,006\ x$
$p < 0,05$

Betrieb Nr. 64 (Abb. 23)

$n = 33$
$r = 0,21$
$y = 4,0 + 0,003\ x$
$p > 0,05$

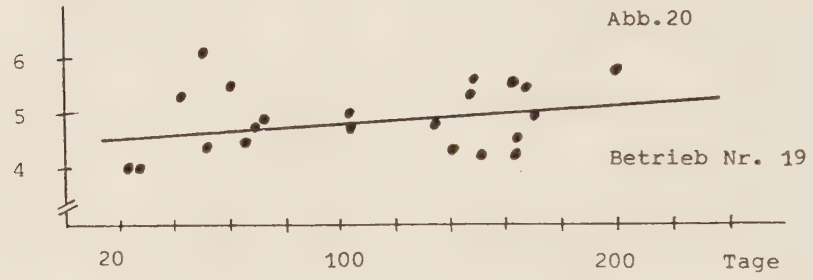
Betrieb Nr. 44 (Abb. 24)

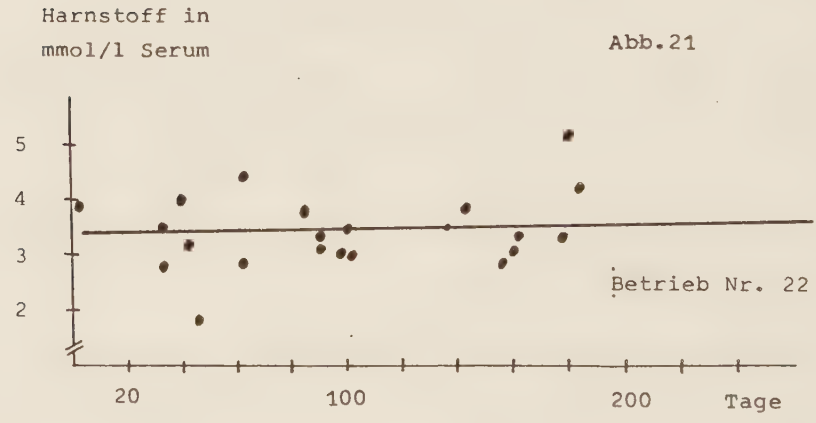
$n = 25$
$r = 0,06$
$y = 3,5\ (b < 10^{-4})$
$p > 0,05$

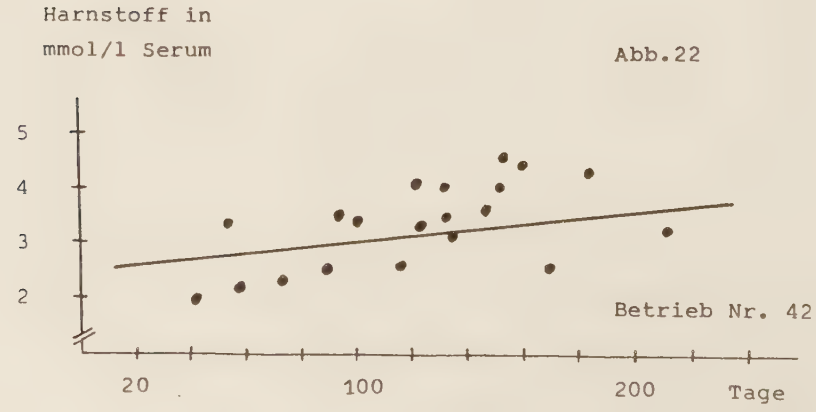
Betrieb Nr. 37 (Abb. 25)

$n = 34$
$r = 0,52$
$y = 3,58 + 0,01\ x$
$p < 0,05$

Abbildungen 20 - 25: Beziehung zwischen Serumharnstoffgehalt von Einzeltieren und Laktationsstadium in Tagen (6 Bestände)



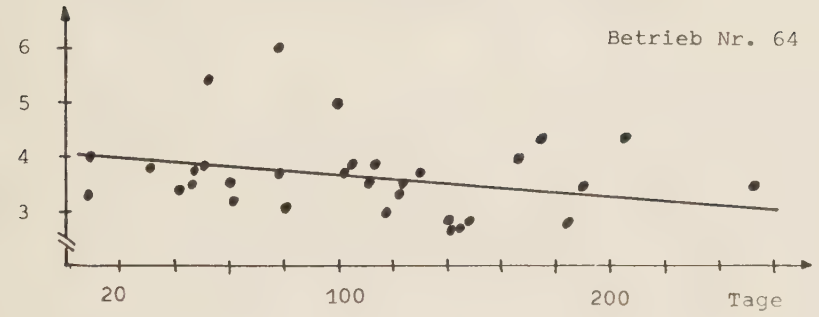




Harnstoff in
mmol/l Serum

Abb.23

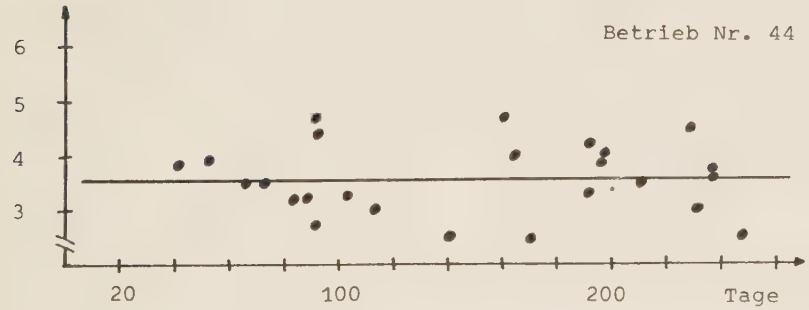
Betrieb Nr. 64



Harnstoff in
mmol/l Serum

Abb.24

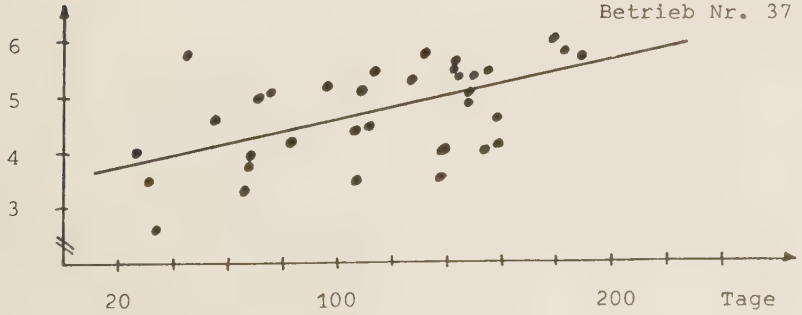
Betrieb Nr. 44



Harnstoff in
mmol/l Serum

Abb.25

Betrieb Nr. 37



4.3.4.4. Einfluß der Milchleistung auf den Serumharnstoffgehalt am Beispiel zweier Milchviehbetriebe

Am Beispiel zweier Milchviehbetriebe wurde untersucht, inwieweit die Milchleistung den Serumharnstoffgehalt der Tiere beeinflußt. Die Tagesmilchmengen der einzelnen Tiere wurden dem entsprechenden Monatsbericht über die Ergebnisse der Milchleistungsprüfung entnommen. Die angegebenen Tagesmilchmengen wurden unter Berücksichtigung des Fettgehaltes in kg FCM umgerechnet. In beiden Betrieben wurde ein Milchleistungsfutter mit 16 % Rohprotein und 6,4 MJ NEL eingesetzt, sodaß über das Milchleistungsfutter keine Veränderung des Rohprotein- Energieverhältnisses in der Grundfütterung stattfand. Damit kann vorausgesetzt werden, daß alle Tiere unabhängig von der Milchleistung unter etwa gleichen Fütterungsbedingungen standen.

Statistische Auswertung:

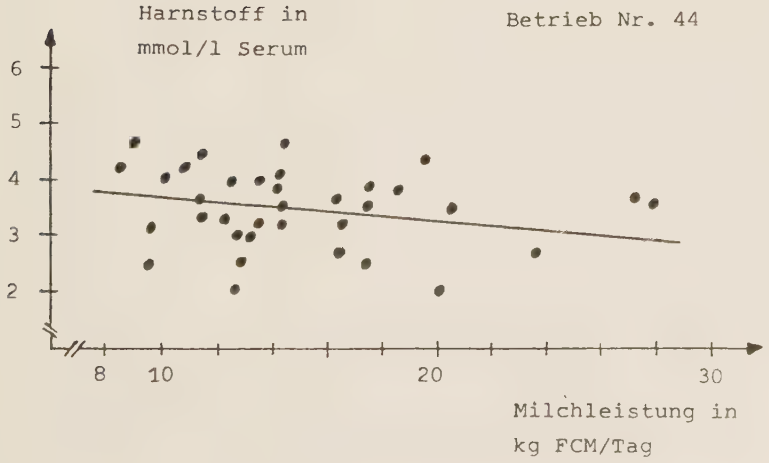
Betrieb Nr. 64 (Abb. 26)

$n = 33$
$r = - 0,17$
$y = 4,1 - 0,03\ x$
$p > 0,05$

Betrieb Nr. 44 (Abb. 27)

$n = 35$
$r = - 0,13$
$y = 3,8 - 0,02\ x$
$p > 0,05$

Abbildung 26 und 27: Abhängigkeit zwischen dem Serumharnstoffgehalt und der Milchleistung von Einzeltieren am Beispiel zweier Milchviehherden.



5. Diskussion der Ergebnisse

5.1. Serumharnstoffgehalt in Abhängigkeit vom "relativen Rohproteinüberschuß" und "Rohproteingehalt in der Trockenmasse"

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war die Klärung der Frage, inwieweit durch die Bestimmung des durchschnittlichen Serumharnstoffgehaltes von Milchkühen eines Bestandes unter Praxisbedingungen auf die Protein- und Energieversorgung der Tiere geschlossen werden kann. Dazu wurden von 1509 Milchkühen aus 66 Milchviehbeständen Bestimmungen des Harnstoffgehaltes im Serum durchgeführt.

Zur Auswertung im ersten Teil der Arbeit kamen hierbei die durchschnittlichen Serumharnstoffwerte pro Betrieb und nicht die Einzelwerte der Tiere. Da im Durchschnitt 77 % der Kühe eines Bestandes untersucht wurden, kann der durchschnittliche Serumharnstoffgehalt als repräsentativ für die Bestandssituation angesehen werden. Um den Einfluß der Versorgungslage zu überprüfen, wurde der durchschnittliche Serumharnstoffgehalt zu zwei Fütterungsparametern in Beziehung gesetzt. Zum einen wurde die Korrelation des Harnstoffgehaltes zum "Rohproteingehalt der Trockenmasse" in Prozent errechnet. Der Zusammenhang kann mit $r = 0{,}61$ ($p < 0{,}001$) als hochgesichert angesehen werden. Diese Ergebnisse stehen in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von PARTSCHEFELD et al. (1982) und ROEVER (1983). Beide Verfasser finden eine Erhöhung des Milchharnstoffgehaltes bei gleichzeitiger Erhöhung des Rohproteinanteils in der Futterration. Der Milchharnstoffgehalt kann dem Serumharnstoffgehalt in praxi gleichgesetzt werden (ECKART 1980; PIATKOWSKI 1981).

Als zweiter Fütterungsparameter wurde der "relative Rohproteinüberschuß" gewählt. Bei dieser Größe ist die Energieversorgung der Tiere mit berücksichtigt. Dies ist von Vorteil, da der Serumharnstoffgehalt nicht ausschließlich von der Rohproteinmenge, sondern auch von der Energiezufuhr abhängt. Die Korrelation zwischen dem durchschnittlichen Serumharnstoffgehalt und dem "relativen Rohproteinüberschuß" ist mit $r = 0,82$ ($p < 0,001$) hochgesichert. Aufgrund dieser Ergebnisse kann geschlossen werden, daß sich der Fütterungsparameter "relativer Rohproteinüberschuß" besser zur Beurteilung der Versorgungslage eignet als die Größe "Rohproteingehalt in Prozent der Trockenmasse".

ECKART (1980), findet in seinem Feldversuch zwischen dem Milchharnstoffgehalt und dem "relativen Eiweißüberschuß" eine Korrelation von $r = 0,61$. Der Unterschied zu den vorliegenden Ergebnissen läßt sich vermutlich durch die Tatsache erklären, daß ECKART die Futterbewertung nach dem älteren System mit den Parametern "verdauliches Eiweiß" und "Stärkeeinheiten" durchführte. Stärker abweichende Ergebnisse findet BEUTLHAUSER (1982). Er hält die Bezugsgröße "absoluter Eiweißüberschuß" für den geeigneteren Parameter in Bezug zum Milchharnstoffgehalt. Die Korrelation ist bei BEUTLHAUSER für den Milchharnstoffgehalt und den "absoluten Eiweißüberschuß" mit $r = 0,67$ bzw. $r = 0,74$ höher als zwischen dem Milchharnstoffgehalt und dem "relativen Eiweißüberschuß" ($r = 0,38$ bzw. $r = 0,69$).

Bei der Interpretation der in der vorliegenden Arbeit ermittelten Ergebnisse muß jedoch berücksichtigt werden, daß bei der Auswertung auf einen Mittelwert Serumharnstoffgehalt pro Betrieb zurückgegriffen wurde, sodaß die

Schwankungen des Serumharnstoffgehaltes bei Einzeltieren nicht die Bedeutung erhalten wie bei der Interpretation von Einzelwerten. Zusätzlich besteht ein Unterschied in der statistischen Auswertung der vorliegenden Daten. So wurden die Betriebe, die einen negativen "relativen Rohproteinüberschuß" aufwiesen, nicht in die Auswertung mit einbezogen. Dieses Verfahren erscheint dadurch gerechtfertigt, daß bei diesen Betrieben trotz negativem "relativen Rohproteinüberschuß" entsprechend der Milchleistung kein Rohproteinmangel festzustellen war. Damit kann nicht mit einer linearen Beziehung zwischen dem Serumharnstoffgehalt und dem negativen "relativen Rohproteinüberschuß" gerechnet werden. Bei Einbeziehung dieser Daten in die statistische Auswertung ist die Korrelation mit r = 0,80 etwas geringer. Außerdem ändert sich der Verlauf der Regressionsgeraden insoweit, daß der Schnittpunkt der y-Achse nicht bei 2,2 mmol Harnstoff/l Serum, sondern bei 3,0 mmol Harnstoff/l Serum (entspr. 18,0 mg/100 ml Serum) zu liegen kommt. Dieser Wert entspricht weitgehend dem von ECKART (1980) gefundenem Normalwert von 19 mg Harnstoff/100 ml Serum. Zusammenfassend kann der Parameter "relativer Rohproteinüberschuß" im Zusammenhang mit dem durchschnittlichen Serum- bzw. Milchharnstoffgehalt von Kühen eines Betriebes als geeignet zur Beurteilung der Versorgungslage von Milchkühen angesehen werden. Der Vergleich der Standardabweichungen der Mittelwerte pro Betrieb (Abbildungen 7 und 8) zeigt keine großen Unterschiede bei niedrigen bzw. hohen Serumharnstoffmittelwerten.

Diese Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß bei fehlerhafter Fütterung im Sinne eines "relativen Rohproteinüberschusses" im wesentlichen alle Tiere eines Betriebes von einer Erhöhung des Serumharnstoffgehaltes betroffen sind. Somit erscheint die Messung des durchschnittlichen Harnstoffgehaltes anhand einer Milchsammelprobe ebenfalls

zulässig, auch wenn berücksichtigt werden muß, daß durch unterschiedliche Tagesmilchmengen eine Beeinflussung des Mittelwertes anzunehmen ist. Sicherlich kann man mit dieser Methode nicht die Versorgungslage eines Einzeltieres beurteilen, jedoch ist unter Praxisbedingungen damit die Beurteilung der Versorgungslage eines Betriebes als durchaus möglich anzusehen. OLTNER et al. (1983) sehen in der Bestimmung des Harnstoffgehaltes der Milch ebenfalls eine geeignete Möglichkeit zur Beurteilung der Versorgungslage einer Milchviehherde.

Ein Nachteil der Größe "relativer Rohproteinüberschuß" besteht jedoch darin, daß ein eventuell vorhandener absoluter Energiemangel nicht berücksichtigt ist. Nach PAPST et al. (1981) ist jedoch der Einweißgehalt der Milch als Hinweis auf eine energetische Unterversorgung zu benützen, sodaß unter Mithilfe dieser Größe eine Beurteilung der Protein- und Energieversorgung eines Milchviehbestandes durchgeführt werden kann.

5.2. Serumharnstoffgehalt in Abhängigkeit von der Art und Zusammensetzung des Grundfutters und der Jahreszeit

Eine weitere Frage, die im Rahmen dieser Arbeit geklärt werden sollte, ist, inwieweit die Parameter durchschnittlicher Serumharnstoffgehalt, "relativer Rohproteinüberschuß" und "Rohproteingehalt der Trockenmasse" von der Art und Zusammensetzung des Grundfutters abhängen. Eine Auswertung der Futtermittelanalysen weist bereits darauf hin, daß der Einfluß des Grundfutters als bedeutend an-

zusehen ist. Eine Bewertung der einzelnen Grundfuttermittel erfolgte durch die Errechnung der Milchleistungsdifferenz pro kg Futtermittel (Trockenmasse). Die Milchleistungsdifferenz ist die Differenz aus:
Energiegehalt pro kg TM in kg FCM und Rohproteingehalt pro kg TM in kg FCM.
In Tabelle 3 sind für jedes Grundfuttermittel die durchschnittliche Milchleistungsdifferenz und die Min./Max.-Werte angegeben. Ein Vergleich der einzelnen Futtermittel zeigt zum Teil deutliche Unterschiede. So ist beim Grünfutter mit einer Milchleistungsdifferenz von z.B. - 0,85 kg FCM bei der Verfütterung von 10 kg Trockenmasse mit einem Rohproteinüberschuß entsprechend 8,5 kg FCM zu rechnen. Um den Einfluß der Grundfütterung festzustellen, wurden die 66 Betriebe in Gruppen nach Art der Grundfutterzusammensetzung eingeteilt (Tabelle IV). In Abbildung 11 ist die Abhängigkeit des durchschnittlichen Serumharnstoffgehalts und in Abbildung 12 die Abhängigkeit der Parameter "relativer Rohproteinüberschuß" und "Rohproteingehalt in Prozent der Trockenmasse" vom jeweiligen Grundfuttertyp dargestellt.

Bis auf einen Betrieb liegen alle Maissilagebetriebe in Abbildung 11 im Bereich des negativen Rohproteinüberschusses ($\bar{x}$ = - 3,4 kg FCM) bei einem durchschnittlichen Serumharnstoffgehalt von 2,3 mmol/l. Die Betriebe mit Weide- bzw. Grünfütterung liegen dagegen deutlich im Bereich des positiven Rohproteinüberschusses ($\bar{x}$ = + 5,6 kg FCM) mit entsprechend höherem Serumharnstoffgehalt von $\bar{x}$ = 5,6 mmol/l. Zwischen diesen beiden extremen Fütterungssystemen liegen die Betriebe mit Grassilage- bzw. Gras-/Maissilage-Fütterung. Dabei sind für die Parameter Serumharnstoffgehalt und relativer Rohproteinüberschuß

ebenfalls deutliche Unterschiede zu erkennen. Kein deutlicher Unterschied ist bei diesen beiden Grundfutterformen für den "Rohproteingehalt in Prozent der Trockenmasse" zu erkennen (Tabelle V).

Wird nur eine Einteilung der Betriebe nach Sommer- bzw. Winterfütterung vorgenommen, so ergeben sich eindeutige Unterschiede in den Werten der Parameter Serumharnstoffgehalt, "relativer Rohproteinüberschuß" und "Rohproteingehalt der Trockenmasse" (Tabelle 6, Abbildungen 13 - 15). Hiermit übereinstimmende Ergebnisse fanden auch ERBERSDOBLER und ZUCKER (1978) bei Untersuchungen von Trockenmilchpulvern auf den Harnstoffgehalt. Während der Sommermonate war der Harnstoffgehalt in Trockenmilchpulvern signifikant erhöht gegenüber dem Harnstoffgehalt von Proben die zur Zeit des Winters, d.h. während der Winterfütterung untersucht wurden. Obwohl bei den 66 untersuchten Betrieben in vielen Fällen durch ein Ausgleichsfutter (z.B. Getreideschrot) ein Proteinüberschuß verhindert werden sollte, konnte in dieser Untersuchung ein großer Einfluß der verwendeten Grundfuttermittel auf die Parameter Serumharnstoff, "relativer Rohproteinüberschuß" und "Rohproteingehalt der Trockenmasse" nachgewiesen werden. Als Konsequenz wäre für die praktische Fütterung eine alleinige Weide- bzw. Grünlandfütterung abzulehnen, da die z.T. hohen "relativen Rohproteinüberschüsse" auch durch die Gabe eines Ausgleichsfutters nur bedingt verhindert werden können. Als Ausgleich wäre z.B. die Zufütterung von Maissilage zu empfehlen (LOTTHAMMER 1983).

5.3. Serumharnstoffgehalt in Abhängigkeit von Laktationsstadium und Milchleistung

Um den Einfluß des Laktationsstadiums auf den Serumharnstoffgehalt zu untersuchen, wurden die Serumharnstoffwerte

von 291 Einzeltieren ausgewertet. Die Abbildung 16 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Laktationsstadien der untersuchten Tiere. Während vom 30. Laktationstag an eine recht gleichmäßige Verteilung festgestellt werden kann, ist jedoch auffallend, daß Tiere mit weniger als 30 Laktationstagen in deutlich geringerer Anzahl vorhanden waren. Der Grund ist, daß alle untersuchten Betriebe auf Grund von Fertilitätsstörungen aufgesucht wurden, sodaß unter diesen Bedingungen nicht mit früh laktierenden Kühen in größerer Anzahl gerechnet werden kann. Um den Faktor Fütterung als Einflußgröße gering zu halten, wurden nur Kühe mit möglichst gleicher Versorgungslage verglichen (Tabelle VII). Die Abbildungen 17 - 19 lassen keinen Einfluß des Laktationsstadiums auf den Serumharnstoffgehalt erkennen. Auf eine statistische Auswertung wurde verzichtet.

Zusätzlich wurden 6 Milchviehbetriebe einzeln in Bezug auf das Laktationsstadium ausgewertet. Bei den Betrieben Nr. 37 und 42 (Abbildungen 22 und 25) konnte ein Einfluß des Laktationsstadiums festgestellt werden. Bei genauerer Betrachtung dieser Betriebe zeigt sich jedoch, daß eher Fütterungseinflüsse als Ursache der Serumharnstofferhöhungen mit zunehmender Laktationsdauer anzusehen sind. So ist den zwei Betrieben gemeinsam, daß der höchste relative Rohproteinüberschuß in der Grundfutterration vorlag, sodaß in den Betrieben ein entsprechendes Milchleistungsfutter mit geringem Rohproteinanteil zugefüttert wurde. Tiere in der Frühlaktation, d.h. mit entsprechend höherer Leistung erhielten größere Mengen dieses Ausgleichfutters verabreicht, sodaß ein besserer Ausgleich des relativen Rohproteinüberschusses bei dieser Gruppe vorhanden war. Spätlaktierende Tiere mit entsprechend niedrigerer Leistung wurden in ihrer Versorgungslage weniger gut ausgeglichen, sodaß bei diesen

Kühen auch ein höherer "relativer Rohproteinüberschuß" vorlag. Damit lassen sich die höheren Serumharnstoffwerte bei längerer Laktationsdauer erklären.

Bei den Betrieben 19, 22, 44 und 64 (Abbildungen 20, 21, 23 und 24) wurde ein ausgeglichenes Milchleistungsfutter (16 % Rohprotein, 6,4 bzw. 6,8 MJ NEL) zugefüttert, sodaß sich der relative Rohproteinüberschuß in der Grundfutterration durch die Zufütterung des Milchleistungsfutters nur unwesentlich änderte. Damit sind auch keine wesentlichen Änderungen des Serumharnstoffgehaltes mit zunehmender Laktationsdauer festzustellen. Somit wird in Frage gestellt, ob das Laktationsstadium als solches einen Einfluß auf den Serumharnstoffgehalt ausübt. Vielmehr ist anzunehmen, daß verschiedene Versorgungslagen im Verlauf einer Laktationsperiode den Serumharnstoffgehalt beeinflussen. Ähnliche Ergebnisse findet auch ROEVER (1983). In dieser Arbeit wird dem Faktor "Betrieb", d.h. im speziellen der Fütterung, ein höherer Einfluß auf den Milchharnstoff zugemessen.

Die Betriebe Nr. 44 und 64 wurden zusätzlich noch auf den Zusammenhang zwischen Serumharnstoffgehalt und Milchleistung geprüft. Die Abbildungen 28 und 29 lassen keinen Einfluß der Milchleistung auf den Serumharnstoffgehalt erkennen. Da in beiden Betrieben ein Milchleistungsfutter eingesetzt wurde, welches im Protein- und Energiegehalt als ausgeglichen angesehen werden kann, somit nur der "relative Rohproteinüberschuß" aus dem Grundfutter von Bedeutung zu sein scheint, ist nicht verwunderlich, daß kein Einfluß der Milchleistung auf den Serumharnstoffgehalt festzustellen ist. Nicht geklärt werden konnte die Frage, weshalb einige Kühe bei gleicher Leistung verschieden hohe Harnstoffwerte aufweisen. Einflüsse wie Alter bzw. Laktationsnummer konn-

ten im Rahmen dieser Arbeit nicht ausgeschlossen werden. Auf Grund aller vorliegenden Ergebnisse kann der durchschnittliche Serumharnstoffgehalt pro Betrieb als Ausdruck der Protein- und Energieversorgung angesehen werden. Obwohl Einflüsse wie Laktationsstadium, Milchleistung etc. nicht gänzlich ausgeschlossen werden konnten, ist die Fütterung jedoch als die bedeutende Einflußgröße auf den Serumharnstoffgehalt anzusehen. Als Fütterungsparameter zeigt der "relative Rohproteinüberschuß" einen größeren Zusammenhang zu dem Serumharnstoffgehalt als der "Rohproteingehalt in Prozent der Trockenmasse".

6. Zusammenfassung

Mit der Untersuchung des Serumharnstoffgehaltes von 1509 Milchkühen aus 66 Beständen sollte in dieser Arbeit festgestellt werden, inwieweit sich durch die Bestimmung des durchschnittlichen Serumharnstoffgehaltes pro Betrieb die Protein- und Energieversorgung von Milchviehherden beurteilen läßt. Zur Bewertung der Futterrationen wurden außerdem 137 Futterproben auf den Gehalt an Rohprotein und Energie (in MJ NEL) untersucht.

Der Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen Serumharnstoffgehalt pro Betrieb und dem "relativen Rohproteinüberschuß" ist mit $r = 0,82$ ($p < 0,001$) hochsignifikant. Ohne Einbeziehung der Betriebe mit negativem "relativen Rohproteinüberschuß" schneidet die Regressionsgerade die y-Achse bei 2,2 mmol Harnstoff/l Serum (13,2 mg/100ml Serum). Werden die Betriebe mit negativem "relativer Rohproteinüberschuß" mit ausgewertet, liegt der Schnittpunkt bei 3,0 mmol Harnstoff/l Serum (18,0 mg/100 ml Serum). Der Zusammenhang zwischen dem durchschnittlichen Serumharnstoffgehalt pro Betrieb und dem "Rohproteingehalt in Prozent der Trockenmasse" ist mit $r = 0,61$ ($p < 0,001$) ebenfalls gesichert. Aufgrund der etwas höheren Korrelation wird der "relative Rohproteinüberschuß" als der geeignetere Parameter zur Beurteilung der Versorgungslage einer Milchviehherde im Zusammenhang mit dem durchschnittlichen Serumharnstoffgehalt pro Betrieb angesehen.

Die Standardabweichungen der Serumharnstoffmittelwerte pro Betrieb zeigen nur eine geringe Zunahme mit Anstieg des Mittelwertes. Die relative Standardabweichung in Prozent des Serumharnstoffmittelwertes sinkt mit zunehmender Höhe des Serumharnstoffmittelwertes. Daraus läßt sich schließen,

daß bei einem Rohproteinüberschuß in der Futterration im wesentlichen alle Tiere einer Milchviehherde von einer Erhöhung des Serumharnstoffgehaltes betroffen sind. Weiterhin konnte gezeigt werden, daß die Art und Zusammensetzung der Grundfutterration einen hohen Einfluß auf den durchschnittlichen Serumharnstoffgehalt pro Betrieb besitzen. Bei Weide/Grünfütterung sind die höchsten "relativen Rohproteinüberschüsse" ($\bar{x}$ = 5,6 kg FCM) und die höchsten Serumharnstoffwerte ($\bar{x}$ = 5,6 mmol/l Serum) pro Betrieb zu verzeichnen. Demgegenüber sind bei überwiegender Maissilage-Fütterung wesentlich niedrigere Werte hinsichtlich des "relativen Rohproteinüberschusses" und des Serumharnstoffgehaltes pro Betrieb festgestellt worden. (RPÜ $\bar{x}$ = - 3,4 kg FCM, Serumharnstoff $\bar{x}$ = 2,3 mmol/l Serum). Der jahreszeitliche Einfluß auf die Parameter Serumharnstoffgehalt "relativer Rohproteinüberschuß" und "Rohproteingehalt der Trockenmasse" wurde ebenfalls nachgewiesen.

Um den Einfluß des Laktationsstadiums auf den Serumharnstoffgehalt von Milchkühen zu untersuchen, wurden die Serumharnstoffwerte von 291 Kühen in Bezug zum jeweiligen Laktationsstadium ausgewertet. Dazu wurden die zur Auswertung herangezogenen Kühe nach Höhe des "relativen Rohproteinüberschusses" in drei Gruppen eingeteilt. Ein Einfluß des Laktationsstadiums konnte in keiner Gruppe nachgewiesen werden. Zusätzlich wurden 6 Betriebe mit insgesamt 156 Tieren einzeln auf den Zusammenhang zwischen dem Serumharnstoffgehalt und dem Laktationsstadium der Tiere geprüft. Die bei zwei Beständen (Nr. 37 und 42, Abb. 22 und 25) festgestellte Abhängigkeit des Serumharnstoffgehaltes vom Laktationsstadium ließ sich durch Fütterungseinflüsse erklären. Bei den übrigen Betrieben konnte kein Zusammenhang zwischen dem Serumharnstoffgehalt und dem Laktationsstadium festgestellt werden.

Am Beispiel zweier Milchviehherden mit 33 und 35 Kühen wurde der Zusammenhang zwischen dem Serumharnstoffgehalt und der Milchleistung untersucht. Aufgrund der in diesen Beständen vorliegenden Fütterungsbedingungen waren alle Tiere, unabhängig von der Milchleistung, mit dem gleichen "relativen Rohproteinüberschuß" belastet. Bei beiden Betrieben konnte keine Abhängigkeit des Serumharnstoffgehaltes von der Milchleistung festgestellt werden. Nach diesen Untersuchungen müssen Erhöhungen des Serumharnstoffgehaltes von Milchkühen (über 3 - 3,5 mmol/l Serum) als Ausdruck von Fütterungsimbalanzen hinsichtlich der Rohprotein- und Energieversorgung angesehen werden.

Summary

Serum - urea in dairy herds compared to energy and protein intake

With the analysis of the serum urea level of 1509 cows from 66 farms should be investigated, if the protein and energy supply can be judged with the determination of the average serum urea level of a dairy cattle herd. For the valuation of the feed-ration 137 trials of feed were analysed on the content of crude protein and energy (in MJ NEL).

The correlation between the serum urea level and the "relative crude protein excess" is high significant ($r = 0,82$; p 0,001). Except the farms with negative "relative crude protein excess" the regression straight line cuts the y-axis on 2,2 mmol urea/l serum; including the farms with negative "relative crude protein excess" the point of intersection lies on 3,0 mmol urea/l serum. The correlation between serum urea level and the "crude protein content in percent of the dry matter" is also high significant ($r = 0,61$; p 0,001). Because of the higher correlation between the serum urea level and the "relative crude protein excess" these both parameters are most suitable for the judging of the situation of supply in dairy cattle herds.

The standard deviations of the serum urea mean values per farm show only a low ascent with ascent of the serum urea mean values. The relative standard deviations in percent are sinking with the ascent of the serum urea mean values. It was concluded, that in the case of a crude protein excess an ascent of serum urea level at all cows of a herd can be found.

Also could be showed, that the kind of feed has high influence to the avarage serum urea level of a herd. During grass-feeding the highest values of "relative crude protein excess" ($\bar{x}$ = 5,6 kg FCM) and serum urea levels ($\bar{x}$ = 5,6

mmol/l serum) could be found. With only corn-silage as basic-feed the values of "relative crude protein excess" and serum urea levels were lower ($\bar{x}$ = - 3,4 kg FCM and $\bar{x}$ = 2,3 mmol urea/l serum). The influence of the season on the three parameters serum urea level, "relative crude protein excess" and "crude protein content in percent of the dry matter" could be demonstrated.

In order to investigate the influence of lactation phase on the serum urea level in dairy cattle, the serum urea values of 291 cows were evaluated in relation to the lactation phase. These cows were subdivided in three groups in consideration of the "relative crude protein excess". An influence of the lactation phase could not be demonstrated.

Besides the correlation between the lactation phase and the serum urea level was proved examplary in 6 farms with 155 cows. The established correlation between the serum urea level and the lactation phase in 2 farms (nr. 37 and 42, pict. 22 and 25) could be explained as the influence of the feeding. In the other 4 herds a correlation between the lactation phase and the serum urea level could not be established.

Examplary in two dairy cattle herds with 33 and 35 cows the correlation between milk yield and serum urea level was investigated. In both herds were same feeding conditions in this way, that all cows, independent of the milk yield, had the same "relative crude protein excess". In both herds could not be established a correlation between milk yield and serum urea level.

Elevations of the serum urea level in dairy cattle (over about 3 - 3,5 mmol urea/l serum) were interpretted as a term of an imbalance in the crude protein and energy supply.

7. Literaturverzeichnis

Berchtold, M., 1983

Herdensterilität unter besonderer Berücksichtigung der Anöstrie.
Tierärztl. Prax. 11, 37-43

Beutlhauser, B., 1982

Harnstoffkonzentration in Milch und Körperflüssigkeiten bei Hochleistungskühen.
Dissertation, München

Bolduan, G., S. Blödow, J. Voigt, B. Piatkowski und H. Steger, 1972

Die Wirkung verschiedener Stickstoffquellen auf die Pansenfermentation sowie die Harnstoff- und Ammoniakkonzentration des Blutserums von Rindern.
Arch. Tierernährung 3, 137-148

Bostedt, H., 1982

Maßnahmen zur Hebung des Fertilitätsstandes in Milchkuhbeständen.
Veterinär-Medizinische Nachrichten 1/82, 3-17

Brochart, M., D. Gaulliard und R. Girou, 1972

Energie- und Eiweißniveau, Flushing nach der Brunst und Fruchtbarkeit bei Milchkühen.
VII. Intern. Kongr. Tier. Fortpfl. Haustierbes. München 6.-9. Juni 1972, Vol. III, 1737-1741

Bronsch, K. und K. Drepper, 1958

Über die sog. Eiweißvergiftung (Zur Frage der Eiweißüberfütterung beim Rind und Schwein).
Tierärztliche Umschau 13, 297-302

Bruckenthal, I., J.D. Oldham und J.D. Sutton, 1980

Glucose and urea kinetics in cows in early lactation
Br. J. Nutr. 44, 33-45

Burckhardt, I., 1983

Unbefriedigende Milchinhaltsstoffe während der Weidezeit - Was tun.
Die Milchpraxis 2, 56

Coenen, M., 1979

Zum Einfluß der Nährstoffversorgung ante und post partum auf Milchmenge und Milchzusammensetzung sowie spezifische Blutwerte bei Kühen mittlerer und hoher Leistung.
Dissertation, Hannover

DLG - Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 1982
5. Auflage, DLG - Verlag Frankfurt

Eckart, K., 1980
Bestimmung des Harnstoffgehaltes in der Milch
Ein Beitrag zur Beurteilung der Protein- und Energieversorgung bei Kühen.
Dissertation, München

Erbersdobler, H. und H. Zucker, 1978
Proteinqualitätsuntersuchungen an der Jahresproduktion von Magermilchpulver eines Trockenmilchwerkes.
1. Mitt.: Zusammenhänge zwischen dem Rohprotein-, Lysin- und Harnstoffgehalt im jahreszeitlichen Ablauf.
Milchwissenschaft 33, 551-554

Erberdobler, H. und H. Zucker, 1980
Harnstoffgehalt der Milch - ein Indikator der Proteinversorgung von Milchkühen.
Kraftfutter 63, 10-11

Feddersen, E., 1984
Fütterung durch Harnstoffuntersuchungen der Milch überprüfen
Der Tierzüchter 36, 71-72

Garybay Vila, M.E., 1978
Einfluß der Energie- und Eiweißversorgung in der Hochträchtigkeit auf das Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsgeschehen bei Milchrindern
Dissertation, Hannover

Heller, D., 1983
Die Fütterung der Milchkühe verlangt umfangreiche Information.
Kraftfutter 66, 12-14

Journet, M., R. Verite und B. Vignon, 1975
L'azote non protéique du lait: facteurs de variation.
Le lait 55, 212-223

Kaufmann, W., 1977
Neue Wege zur Sicherung der Eiweißversorgung hochleistender Milchkühe
Der Tierzüchter 29, 162-163

Kaufmann, W., 1982

Variation in der Zusammensetzung des Rohstoffes Milch unter besonderer Berücksichtigung des Harnstoffgehaltes.
Milchwissenschaft 37, 6-9

Lebeda, M. und J. Prikrylova, 1978

Der Einfluß des Energie- und Proteinangebotes auf die Harnstoffkonzentration im Blutserum und Harn von Milchkühen.
Monatshefte für Veterinärmedizin 33, 944-949

Lotthammer, K.H., 1973 a

Beziehungen zwischen Fütterung und Fruchtbarkeit beim weiblichen Rind.
Teil I: Einfluß von Rohfaser, Energie und Rohprotein.
Übers. Tierernährung 1, 147-161

Lotthammer, K.H., 1973 b

Häufige Fütterungsfehler als Ursache der Herdensterilität.
Collegium veterinarium, 38-42

Lotthammer, K.H., 1979

Einfluß der Fütterung und Futterproduktion auf Gesundheit und Fruchtbarkeit von Milchrindern.
Tierärztl. Praxis 7, 425-438

Lotthammer, K.H., 1982

Umweltbedingte Fruchtbarkeitsstörungen in:
Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind
(Hg.: Grunert, E. und Berchtold, M.)
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

Lotthammer, K.H., 1983

Zur Grassilage den Silomais
Die Auswirkung auf die Gesundheit und Fruchtbarkeit der Milchkühe in einem Grünlandbeispielbetrieb
Mais 1/83, 18-21

Lüpping, W. und W. Kaufmann, 1980

Probleme der Energieversorgung von Hochleistungskühen
Lohmann Information, Jan./Febr. 1980, 1-6

Oltner, R., M. Emanuelson und H. Wiktorsson, 1983

Factors affesting the urea concentration in cow's milk.
Fifth international conference on production disease in farm animals. Uppsala, Sweden, 1o.-12. Aug. 1983

Oltner, R. und L.O. Sjaunja, 1982

Evaluation of a rapid method for the determination of urea in cow's milk.
Acta vet. scand. 23, 39-45

Papst, K., H.O. Gravert, W. Kaufmann und H. Hagemeister, 1981

Eiweißgehalt der Milch und Fruchtbarkeit der Kühe
Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 33, 227-233

Partschefeld, M., G. Jahreis, G. Scheinpflug und F. Junkert, 1982

Die Milchharnstoffkonzentration - Indikator einer ausgewogenen Energie-Proteinversorgung bei Milchkühen.
Mh. Vet.-Med. 37, 902-905

Piatkowski, B., J. Voigt und G. Bolduan, 1972

Untersuchungen zur Wirkung von harnstoffhaltigen und ammonisierten Trockenschnitzeln auf die Milchleistung, die Zusammensetzung von Pansensaft und Blut sowie auf die Schmackhaftigkeit bei Milchkühen.
Arch. Tierzucht 15, 201-211

Piatkowski, B., J. Voigt und H. Girschewski, 1981

Einfluß des Rohproteinniveaus auf die Fruchtbarkeit und den Harnstoffgehalt in Körperflüssigkeiten bei Hochleistungstieren.
Arch. Tierernährung 31, 497-504

Roever, G., 1983

Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Stoffwechselbelastungen und Fruchtbarkeit am schwarzbunten Rind.
Dissertation, Kiel

Rohr, K., 1981

Probleme der Fütterung hochleistender Milchkühe.
Landwirtsch. Forsch., Sonderh. 38,
Kongreßband Trier 40-49

Rosenberger, G., 1977

Die klinische Untersuchung des Rindes
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

Schilling, E., 1962

Die Auswirkungen einer mehrjährigen Eiweißüberfütterung auf den Bau der Rinderniere
Zentralblatt für Veterinärmedizin 9, 282-296

Schilling, E. und W. Röstel, 1964

Die Anpassung der Leber des Rindes an eine mehrjährige Eiweißüberfütterung
Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift 77, 155-158

Scharrer, E. und H. Zucker, 1967

Untersuchungen über den Verzehrsrückgang bei proteinreicher Ernährung. 1. Mitteilung.
Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde. 22, Sonderdruck 141-160

Scharrer, E., H. Erbersdobler und H. Zucker, 1967

Untersuchungen über den Verzehrsrückgang bei proteinreicher Ernährung. 2. Mitteilung.
Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde. 22, Sonderdruck 265-275

Scharrer, E. und H. Zucker, 1967

Untersuchungen über den Verzehrsrückgang bei proteinreicher Ernährung. 3. Mitteilung.
Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkde. 23, Sonderdruck 169-180

Wettke, K. und J. Jahn, 1971

Zur Untersuchung und Behandlung der Herdensterilität in Rinderbeständen.
Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 78, 437-441

Wiesner, E., 1972

Fütterung und Fruchtbarkeit
VEB Gustav Fischer Verlag, Jena

Witt, M., 1956

Notwendige und zulässige Eiweißgaben an Milchvieh.
Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie 68, 241-254

Wolfschoon-Pombo, A., H. Klostermeyer, J. Buchberger und R. Gräml, 1981

Harnstoff in der NPN - Fraktion der Kuhmilch - Bestimmung Vorkommen und Beeinflussung
Milchwissenschaft 36, 462-466

Zucker, H. und A. Steger, 1975

Exzessiv hohe Proteinzufuhr bei Wiederkäuern - Orientierende Untersuchungen an Zwergziegen.
Wien. tierärztl. Mschr. 62, 338-341

ANHANG

Übersicht der 66 untersuchten Milchviehbetriebe

Betrieb Nr.	$\bar{x}$ Serum-harnstoff mmol/l	Stand. Abw.	Min./Max. Wert	RPÜ in kg FCM	RP-Geh. in Proz. d. TM	$\bar{x}$ Milch/ Tier u. Tag	Serum-proben n
1	8,5	1,6	4,4/11,6	9,3	15,0	28,2	37
2	4,7	1,0	2,2/ 6,2	4,9	14,6	30,0	43
3	2,5	0,8	2,2/ 3,3	- 1,6	13,6	22,8	30
4	3,3	1,0	2,4/ 6,0	0,8	12,3	17,3	10
5	2,5	0,7	1,8/ 3,7	1,4	12,7	15,5	18
6	5,0	0,8	3,0/ 6,4	2,5	14,0	20,3	16
7	2,8	0,7	2,1/ 4,2	0,5	11,7	18,5	19
8	3,3	0,8	2,3/ 5,1	1,8	14,3	23,6	25
9	5,3	1,1	3,3/ 6,9	3,0	14,0	22,8	22
10	3,0	0,6	2,0/ 4,0	3,0	15,6	17,2	20
11	4,6	1,0	3,3/ 6,9	3,7	14,1	18,2	20
12	5,4	1,1	4,2/ 6,5	5,5	16,1	22,5	24
13	5,2	1,0	3,0/ 6,7	5,2	13,0	17,0	27
14	3,2	0,6	2,4/ 4,2	- 0,3	14,3	24,8	26
15	1,9	0,5	1,5/ 3,3	- 1,7	11,9	16,7	10
16	3,1	0,6	2,4/ 4,2	1,8	14,2	18,9	25
17	4,7	0,9	4,2/ 6,0	4,4	15,8	24,4	11
18	3,8	0,7	2,8/ 4,6	5,9	15,8	23,5	18
19	4,8	0,6	3,5/ 6,1	3,8	13,0	18,4	24
20	6,4	1,2	5,3/ 8,9	9,8	20,0	24,2	15
21	5,0	1,1	4,4/ 6,2	4,4	15,6	20,5	20
22	7,7	0,8	6,2/ 8,9	8,2	18,7	24,4	24
23	3,4	0,7	1,8/ 5,2	4,8	15,5	24,5	25
24	7,3	1,0	5,3/ 8,9	8,5	17,6	27,3	40
25	3,2	0,5	2,2/ 4,2	3,1	12,8	18,5	12
26	6,6	1,2	5,1/ 9,6	5,3	14,5	13,7	22
27	3,7	0,7	1,8/ 4,7	3,4	16,0	22,0	24
28	3,8	0,8	3,3/ 5,1	4,4	14,9	19,4	14
29	2,5	0,9	1,8/ 4,0	- 1,1	12,7	19,1	11
30	2,0	0,4	1,5/ 2,8	- 3,3	10,8	13,2	21
31	3,2	0,9	2,0/ 4,5	1,7	12,8	14,2	14
32	4,9	1,3	2,2/ 7,1	3,2	14,0	19,7	27

Betrieb Nr.	$\bar{x}$ Serum-harnstoff mmol/l	Stand. Abw.	Min./Max. Wert	RPÜ in kg FCM	RP-Geh. in Proz. d. TM	$\bar{x}$ Milch/ Tier u. Tag	Serum-proben n
33	5,0	0,7	4,0/ 6,7	5,1	18,9	25,3	26
34	6,1	1,3	3,3/ 7,8	5,0	16,4	16,1	20
35	5,5	0,8	4,0/ 6,8	4,5	16,0	23,1	30
36	3,8	0,8	2,3/ 5,3	5,3	15,8	25,1	20
37	4,7	0,9	2,6/ 6,0	5,4	16,3	25,7	36
38	2,5	0,7	1,8/ 3,4	- 6,8	10,9	17,0	16
39	2,7	1,0	2,4/ 5,1	0,3	12,0	16,4	24
40	2,8	1,3	2,2/ 4,3	- 0,6	12,7	20,3	35
41	4,4	0,7	3,3/ 5,6	3,2	15,7	20,2	18
42	3,2	0,8	2,0/ 4,6	2,1	13,3	17,6	31
43	3,7	1,0	2,7/ 5,5	- 0,2	12,9	19,5	14
44	3,5	0,7	2,0/ 4,7	3,1	13,4	20,3	47
45	4,3	1,4	2,4/ 6,0	4,2	15,9	23,9	15
46	3,9	0,4	3,2/ 4,5	2,5	13,0	19,6	20
47	8,6	1,3	5,1/10,5	8,0	18,3	21,8	20
48	2,0	0,4	1,5/ 2,7	- 2,9	8,7	13,6	12
49	3,0	0,9	2,4/ 6,9	3,8	16,0	24,9	34
50	5,7	1,0	3,3/ 6,9	4,7	17,2	25,6	24
51	7,2	1,0	5,3/ 8,9	8,7	16,7	26,9	16
52	4,5	0,5	3,7/ 5,5	3,5	14,3	20,7	16
53	3,1	1,1	2,2/ 5,1	1,0	14,7	17,4	13
54	4,7	0,8	3,3/ 6,0	4,8	15,7	23,7	15
55	6,5	0,9	4,4/ 8,0	5,5	14,7	21,4	24
56	3,7	1,3	2,2/ 5,3	4,7	15,7	18,7	22
57	4,8	1,1	2,4/ 6,0	4,5	14,7	20,6	19
58	2,4	0,6	2,2/ 3,3	- 0,1	14,5	23,7	15
59	3,0	0,9	1,8/ 4,5	2,6	12,8	17,4	16
60	7,1	0,8	5,1/ 7,8	6,1	16,9	23,6	25
61	3,4	0,7	2,4/ 4,2	1,9	14,0	20,2	38
62	2,3	0,4	2,0/ 3,1	1,8	12,6	17,8	15
63	2,3	0,6	2,0/ 3,8	1,7	13,6	20,8	15
64	3,7	0,9	2,7/ 6,0	0,7	12,7	18,7	36
65	1,9	0,6	1,6/ 2,8	- 2,6	8,4	12,4	29
66	3,6	1,0	2,0/ 4,9	3,7	14,4	20,2	14

Untersuchungsergebnisse der Futtermittelproben

Grünfutter/Weide

Rohprotein in g/kg TM	Energie in MJ NEL/kg TM	Milchleistungs-differenz in kg FCM/kg TM
149	4,70	-0,27
145	5,53	0,04
125	5,00	0,10
112	5,62	0,46
169	5,30	-0,31
260	6,99	-0,85
159	5,27	-0,21
179	4,85	-0,58
144	5,00	-0,12
173	6,40	-0,02
198	5,52	-0,58
140	4,94	-0,09
$\bar{x}$ 163	5,42	-0,21

Grassilage

159	4,52	-0,45
143	5,06	-0,09
122	4,74	0,06
139	5,49	0,10
127	5,91	0,37
130	4,81	-0,01
156	6,12	0,10
167	5,47	-0,24
196	5,45	-0,59
110	4,55	0,14
161	5,08	-0,18
129	4,15	-0,21
183	5,01	-0,57
163	5,20	-0,31
146	5,73	0,09
137	4,90	-0,07
109	5,11	0,33
162	5,48	-0,18
141	5,74	0,16
158	4,89	-0,31
123	5,00	0,13
142	2,29	-0,26

Fortsetzung - Grassilage

Rohprotein in g/kg	Energie in MJ NEL/kg TM	Milchleistungs-differenz in kg FCM/kg TM
148	6,34	0,28
135	5,82	0,25
148	5,89	0,11
145	4,59	-0,21
127	5,19	0,14
158	5,61	-0,09
141	5,70	0,14
100	4,45	0,23
128	4,44	-0,10
$\bar{x}$ 144,5	5,18	-0,04

Heu I

57	4,32	0,69
103	4,34	0,15
98	4,58	0,29
98	4,58	0,29
86	5,26	0,64
119	4,35	-0,03
106	4,80	0,27
57	4,45	0,73
130	4,41	-0,13
103	3,87	0,01
152	5,33	-0,10
114	4,68	0,13
107	4,90	0,29
94	4,33	0,26
127	4,59	-0,05
127	5,73	0,31
87	4,81	0,49
152	5,44	-0,07
129	5,27	0,15
121	5,13	0,19
114	4,80	0,17
81	4,96	0,61
87	4,37	0,35
94	4,35	0,27
122	4,46	-0,03
102	4,67	0,27
115	5,47	0,37
97	4,31	0,21
105	4,62	0,22
109	4,54	0,15
130	4,65	-0,06
86	4,76	0,49

Fortsetzung - Heu I

Rohprotein in g/kg	Energie in MJ NEL/kg TM	Milchleistungs-differenz in kg FCM/kg TM
124	5,54	0,29
123	5,51	0,29
99	4,38	0,22
119	4,36	-0,03
145	5,72	0,10
126	4,37	-0,11
100	4,69	0,30
$\bar{x}$ 109	4,76	0,22

Heu II

127	5,12	0,12
128	3,91	0,27
147	5,27	-0,06
88	3,95	0,19
135	5,28	0,08
106	4,88	0,29
147	4,97	0,16
100	4,95	0,39
127	5,24	0,16
124	4,83	0,07
120	4,90	0,13
137	4,45	-0,21
138	4,85	-0,10
144	4,85	-0,17
120	5,34	0,27
116	5,29	0,30
128	5,92	0,36
134	3,92	-0,34
106	5,40	0,46
129	4,86	0,02
110	4,90	0,25
$\bar{x}$ 124	4,90	0,10

Maissilage

Rohprotein in g/kg	Energie in MJ NEL/kg TM	Milchleistungs-differenz in kg FCM/kg TM
84	6,44	1,05
88	6,31	0,96
99	6,25	0,81
91	6,58	1,00
90	6,43	0,97
90	6,49	0,99
76	6,35	1,11
90	6,44	0,98
91	6,38	0,94
95	6,29	0,87
96	6,32	0,87
91	6,40	0,94
88	6,41	0,99
83	6,44	1,06
88	6,41	0,99
90	6,26	0,92
91	6,34	0,93
118	6,36	0,62
106	6,41	0,78
92	6,40	0,93
88	6,43	0,99
78	6,38	1,10
95	6,28	0,87
90	6,43	0,97
77,5	6,45	1,15
88	6,43	0,99
95	6,33	0,88
85	6,51	1,05
88	6,42	0,99
90	5,92	0,81
82	6,33	1,03
86	6,33	0,98
81	6,38	1,06
85	6,39	1,01
$\bar{x}$ 89,6	6,37	0,95

Serumharnstoffgehalt und Laktationsstadium von 156 Kühen aus den Beständen Nr. 19, 22, 44, 37, 64, 42

Betrieb Nr. 19

Kuh Nr.	Harnstoff in mmol/l Serum	Laktat.-stadium in Tagen
1	4,2	164
2	5,3	42
3	4,2	152
4	5,3	148
5	4,5	164
6	5,6	164
7	4,3	141
8	4,0	24
9	5,6	149
10	4,8	70
11	5,8	201
12	4,5	66
13	4,7	104
14	4,4	52
15	5,0	104
16	4,0	26
17	5,4	168
18	4,9	171
19	4,8	135
20	5,5	61
21	6,1	51
22	4,9	72

Betrieb Nr. 22

Kuh Nr.	Harnstoff in mmol/l Serum	Laktat.-stadium in Tagen
1	4,2	185
2	3,3	163
3	3,5	137
4	3,3	179
5	1,8	46
6	3,3	92
7	3,5	101
8	2,8	34
9	3,0	99
10	3,0	160
11	2,8	63
12	5,2	182
13	3,2	43
14	3,0	102
15	2,8	157
16	3,1	92
17	3,5	34
18	4,0	41
19	3,8	86
20	4,0	1
21	4,4	63
22	3,8	144

Betrieb Nr. 44

1	3,3	104
2	4,0	165
3	4,7	161
4	3,0	231
5	4,4	93
6	2,4	171
7	4,5	230
8	2,7	92
9	3,9	197
10	3,0	114
11	4,7	92
12	3,2	89
13	3,5	211
14	2,5	141
15	3,2	84
16	4,2	193
17	3,3	192
18	3,6	238
19	3,7	238
20	4,0	198
21	3,9	53
22	3,5	67
23	3,8	42
24	3,5	74
25	2,5	148

Betrieb Nr. 37

Kuh Nr.	Harnstoff in mmol/l Serum	Laktat.-stadium in Tagen
1	5,8	46
2	5,0	72
3	5,5	114
4	3,5	107
5	5,6	143
6	4,0	154
7	4,6	56
8	5,3	128
9	5,7	189
10	5,4	148
11	3,5	31
12	4,1	159
13	4,5	111
14	6,0	179
15	5,4	144
16	2,6	34
17	3,3	66
18	4,9	147
19	5,0	147
20	5,8	183
21	3,8	68
22	4,0	139
23	4,6	158
24	3,9	68
25	3,5	137
26	4,4	107
27	5,5	155
28	5,1	108
29	5,8	132
30	5,1	75
31	4,0	27
32	4,2	83
33	5,4	148
34	5,2	96

Betrieb Nr. 64

Kuh Nr.	Harnstoff in mmol/l Serum	Laktat.-stadium in Tagen
1	3,0	117
2	5,4	52
3	6,0	79
4	2,8	140
5	3,8	50
6	2,8	147
7	3,1	80
8	4,0	10
9	4,6	179
10	3,8	31
11	3,9	113
12	3,7	129
13	3,3	9
14	3,5	46
15	4,4	205
16	3,5	111
17	3,2	61
18	3,5	124
19	3,7	78
20	4,0	99
21	2,7	144
22	3,9	105
23	2,7	141
24	3,4	122
25	4,0	166
26	3,5	60
27	3,8	103
28	3,5	190
29	2,8	183
30	3,7	47
31	4,4	175
32	3,5	253
33	3,8	193

Betrieb Nr. 42

1	2,3	94	11	3,2	213
2	3,6	148	12	3,4	102
3	2,6	117	13	2,5	90
4	4,4	162	14	2,2	59
5	4,3	186	15	2,0	43
6	4,0	133	16	3,5	95
7	3,3	125	17	4,0	154
8	3,1	136	18	4,6	155
9	3,5	133	19	2,5	170
10	4,1	123	20	3,4	56

Betrieb Nr. 44

Kuh Nr.	Milch kg/Tag	Fett-Proz.	FCM in kg/Tag	Eiweiß-Proz.	Harnstoff in mmol/l Serum
1	8,3	4,36	9,6	3,43	3,2
2	16,6	2,75	11,4	2,62	3,3
3	15,9	3,39	13,5	3,08	4,0
4	13,4	6,01	20,1	3,45	2,0
5	17,8	3,21	14,3	2,99	4,7
6	12,9	4,09	13,2	3,32	3,0
7	9,2	4,7	10,8	3,46	4,2
8	23,1	3,4	19,6	3,04	4,4
9	18,5	3,07	14,2	3,01	4,1
10	10,6	3,56	9,4	3,52	2,4
11	12,6	3,62	11,4	3,17	4,5
12	20,2	3,25	16,4	2,68	2,7
13	13,3	4,28	14,2	3,16	3,9
14	12,8	3,98	12,7	3,22	3,0
15	11,9	3,83	11,4	3,39	3,6
16	21,1	3,12	16,5	2,88	3,2
17	13,6	2,64	9,0	2,79	4,7
18	16,8	3,18	13,5	2,99	3,2
19	16,4	4,27	17,4	2,83	3,5
20	27,7	3,42	23,7	2,79	2,7
21	16,2	4,3	17,4	3,02	2,5
22	29,0	3,78	27,3	2,65	3,7
23	17,0	3,36	14,3	2,99	3,2
24	10,8	3,17	8,5	3,16	4,2
25	11,0	3,69	10,1	3,53	4,0
26	11,2	4,35	12,2	3,51	3,3
27	29,5	3,8	28,0	3,28	3,6
28	17,4	3,75	16,3	3,13	3,7
29	11,1	4,51	12,5	3,88	4,0
30	19,8	3,53	17,5	2,87	3,9
31	17,7	3,23	14,3	2,60	3,5
32	17,5	4,24	18,6	3,08	3,8
33	21,6	3,75	20,3	2,87	3,5
34	14,2	3,55	12,6	2,90	2,0
35	13,1	3,90	12,8	3,01	2,5

Betrieb Nr. 64

Kuh Nr.	Milch kg/Tag	Fett-Proz.	FCM in kg/Tag	Eiweiß-Proz.	Harnstoff in mmol/l Serum
1	21,1	3,82	20,1	3,2	3,0
2	14,6	4,21	15,4	2,89	5,4
3	12,8	2,61	8,4	2,97	6,0
4	12,6	4,61	14,5	3,26	2,8
5	19,0	3,63	17,2	3,2	3,8
6	12,7	3,84	12,2	3,4	2,8
7	10,4	3,25	8,5	3,68	3,1
8	13,3	4,51	15,0	4,0	3,8
9	10,4	3,85	10,0	3,68	4,6
10	20,2	3,7	18,7	3,12	3,8
11	10,0	4,53	11,3	3,72	3,5
12	13,1	3,38	11,1	3,28	3,9
13	19,0	3,87	18,4	3,24	3,7
14	21,8	3,96	21,6	3,02	3,4
15	19,8	3,18	15,7	2,84	3,5
16	9,5	4,19	10,0	3,34	4,4
17	11,4	4,62	13,2	3,35	3,5
18	22,0	5,05	27,8	3,13	3,2
19	14,8	3,32	12,3	3,07	3,5
20	15,7	3,74	14,7	2,84	3,7
21	18,7	3,66	17,1	3,30	4,0
22	17,4	2,65	11,5	2,89	2,7
23	20,1	3,35	16,8	2,98	3,9
24	13,1	2,94	9,6	3,34	2,7
25	19,4	3,12	15,1	2,71	3,4
26	13,0	4,64	15,1	3,46	4,0
27	17,0	3,48	14,8	3,07	3,5
28	11,4	4,62	13,2	3,35	3,7
29	11,6	3,33	9,7	3,26	3,8
30	11,0	3,49	9,6	3,39	3,5
31	16,0	3,6	14,4	3,31	2,8
32	24,7	3,49	21,5	3,33	3,7
33	12,4	3,7	11,5	2,89	4,4

Ergebnisse: Weide/Grünfütterung
n = 22

Harnstoff in mmol/l	RPÜ in kg FCM	Rohprotein in % / TM
8,5	9,3	15,0
4,7	4,9	14,6
5,3	3,0	14,0
4,6	3,7	14,1
5,4	5,5	16,1
3,8	5,9	15,8
6,4	9,8	20,0
5,0	4,4	15,6
7,7	8,2	18,7
7,3	8,5	17,6
5,0	5,1	18,9
6,1	5,0	16,4
5,5	4,5	16,0
3,8	5,3	15,8
4,3	4,2	15,9
8,6	8,0	18,3
5,7	4,7	17,2
4,7	4,8	15,7
6,5	5,5	14,7
4,8	4,5	14,7
3,0	2,6	12,8
7,1	6,1	16,9
$\bar{x}$ 5,6	5,6	16,1

Ergebnisse: Gras-/Maissilagefütterung
n = 25

Harnstoffgehalt in mmol/l Serum	RPÜ in kg FCM	RP in % /TM
2,5	- 1,6	13,6
3,3	0,8	12,3
2,5	1,4	12,7
5,0	2,5	14,0
3,0	3,0	15,6
3,2	- 0,3	14,3
3,1	1,8	14,2
4,7	4,4	15,8
4,8	3,8	13,0
3,4	4,8	15,0
3,2	3,1	12,8
3,7	3,4	16,0
3,2	1,7	12,8
4,9	3,2	14,0
4,7	5,4	16,3
2,8	- 0,6	12,7
3,2	2,1	13,3
3,7	- 0,2	12,9
3,5	3,1	13,4
4,5	3,5	14,3
3,1	1,0	14,7
2,4	- 0,1	14,5
3,4	1,8	14,0
2,3	1,8	12,6
3,7	0,7	12,7
$\bar{x}$ 3,6	2,0	13,9

Ergebnisse: Maissilagefütterung
n = 6

Harnstoff in mmol/l Serum	RPÜ in kg FCM	RP in % / TM
2,8	0,5	11,7
1,9	- 1,7	11,9
2,5	- 1,1	12,7
2,0	- 3,3	10,8
2,5	- 6,8	10,9
2,0	- 8,2	8,7
$\bar{x}$ 2,3	- 3,4	11,1

Ergebnisse: Grassilagefütterung
n = 10

Harnstoff in mmol/l Serum	RPÜ in kg FCM	RP in % / TM
3,3	1,8	14,3
5,2	5,2	13,0
6,6	5,3	14,5
3,8	4,4	14,9
2,7	0,3	12,0
3,9	2,5	13,0
3,0	3,8	16,0
7,2	8,7	16,7
2,3	1,7	13,0
3,6	3,7	14,4
$\bar{x}$ 4,2	3,7	14,2

Herrn Prof. Dr. H. Zucker möchte ich für die Überlassung des Themas und für seine Unterstützung bei der Durchführung dieser Arbeit danken.

Ebenso möchte ich Herrn ltd. Regierungs-Veterinär-Direktor Dr. H. Bölle und Herrn Regierungs-Veterinär-Direktor Dr. B. Schmidt für die von ihnen jederzeit gewährte Unterstützung und Beratung danken.

Herrn Dr. Bammert, vom Institut für Medizinische Statistik der Universität Freiburg, und Herrn Dr. Ritter, vom Tierhygienischen Institut Freiburg, danke ich für ihre Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Daten

L E B E N S L A U F

07. 11. 1950	geboren in Offenburg Vater: Eduard Klein Mutter: Ingeborg Eisleitner geb. Züssy
1957 - 1961	Volksschule Offenburg
1961 - 1969	Schillergymnasium Offenburg
26. 06. 1969	Abitur
1969 - 1971	Zivildienst in Königsfeld
1971 - 1973	Pharmazeutisches Praktikum Schwarzwald - Apotheke 7730 Villingen
WS 73/74 - WS 78/79	Studium der Tiermedizin an der Freien Universität Berlin
19. 12. 1978	Staatsexamen
März 1979	Approbation als Tierarzt
April 1979 - Juli 1979	Tierärztliche Vertretungen und Massentätigkeiten
01. 09. 1979- jetzt	Tierarzt beim Rindergesundheitsdienst im Tierhygienischen Institut 7800 Freiburg